This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/

506: A 528-1 v. 4

LIBRARY
UNIVERSITY OF
CALIFORNIA
SANTA CRUZ

VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN.

GEDRUKT BIJ DE ROEVER KRÖBER-BAKELS.

INHOUD

VAN HET

VIERDE DEEL

DER

DERDE REEKS.

PROCESSEN-VERBAAL

DER

GEWONE VERGADERINGEN

Vergadering	gehouden	29 April	1887.	blz.	1.
"	"	28 Mei	"	"	53.
"	"	25 Juni	"	"	109.
"	"	24 September	"	"	161.
"	"	26 October	"	"	284.
"	"	26 November	"	"	297.
"	"	24 December	"	"	437.

VERSLAGEN.

Rapport van de Commissie voor de geologische kaart van Nederland . . . . . blz. 39.

Rapport over de plaatsing en inrichting der bliksemafleiders op het Rijks-Museum van Schilderijen te Amsterdam. . „ 121.

Rapport der Commissie voor de geologische kaart op een adres van den Heer HUGO SURINGAR aan den Minister van Binnenlandsche Zaken . . . . . „ 167.

Repliek op het antwoord van den Heer BOSSCHA; door F. C. DONDERS. . . . . „ 169.

Verslag over eene verhandeling van Dr. J. D. R. SCHEFFER: Onderzoekingen over de diffusie van eenige anorganische en organische verbindingen; voorgedragen in de Vergadering van 29 October 1887 . . . . . „ 290.

Verslag over de verhandeling van den Heer J. DE VRIES: „over kwadrupelinvoluties op bikwadratische krommen; uitgebracht in de Vergadering van 26 November 1887 . „ 303.

Rapport over eene verhandeling van den Heer Dr. J. M. JANSE te Leiden, getiteld: „die Permeabilität des Protoplasma"; uitgebracht in de Vergadering van 26 November 1887 . „ 327.

Briefwisseling tusschen den Heer J. A. C. OUDEMANS en wijlen den Heer STAMKART, in 1872 en 1873 . . . . „ 448.

MEDEDEELINGEN.

J. P. VAN DER STOK. Over den invloed der maan op de beweging der declinatie-naald te Batavia . . . . . blz. 16.

D. BIERENS DE HAAN. Nalezingen op den eersten bundel (1878) der bouwstoffen N°. I—XVII voor de geschiedenis der Wis- en Natuurkundige Wetenschappen in de Nederlanden . . . . . „ 65.

——— Nalezingen op de bouwstoffen N°. XVIII—XXX voor de geschiedenis der Wis- en Natuurkundige Wetenschappen in de Nederlanden . . . . . „ 68.

——— Korte levensberichten voorkomende in de bouwstoffen voor de geschiedenis der Wis- en Natuurkundige Wetenschappen, N°. I—XXX . . . . . „ 79.

——— Lijst van de boeken, beschreven of aangehaald in de bouwstoffen voor de geschiedenis der Wis- en Natuurkundige Wetenschappen in de Nederl. N°. XVIII—XXX. „ 82.

J A. C. OUDEMANS. Naschrift op de in deel III blz. 140 en vervolgens gegevene mededeeling betreffende verificatie van kilogrammen . . . . . „ 97.

E. MULDER. Over urethaan en eenige afgeleiden . . . . „ 126.

——— Over de structuur van paracyaan en cyamelid. „ 156.

F. J. VAN DEN BERG. Over de graphische oplossing van een stelsel lineaire vergelijkingen. (Met een plaat.) . . . . „ 196.

D. J. KORTEWEG. Een en ander over CONSTANTIJN HUYGENS als beminnaar der stellige wetenschappen en zijne betrekking tot DESCARTES . . . . . " 253.

K. MARTIN. Ein neues untersilurisches Geschiebe aus Holland. . . . . " 293.

J. DE VRIES. Kwadrupelinvoluties op bikwadratische krommen. . . . . " 307.

Dr J. M. JANSE. Die Permebilität des Protoplasma. (Mit 1 Tafel) . . . . . " 332.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE

op Vrijdag 29 April 1887.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, TREUB, FORSTER, HOFFMANN, HOEK, VAN DER WAALS, RAUWENHOFF, MICHAËLIS, BOSSCHA, VAN DIESEN, BIERENS DE HAAN, VAN BEMMELEN, SCHOUTE, MAC GILLAVRY, FRANCHIMONT, BEIJERINCK, DE VRIES, STOKVIS, GUNNING, A. C. OUDEMANS JR., RIJKE, BRUTEL DE LA RIVIÈRE, MULDER, VAN RIEMSDIJK, PLACE, HUBRECHT, FÜRBRINGER, KORTEWEG en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris. Voorts het Correspondeerend Lid, de Heer VAN DER BURG.

— Worden gelezen Brieven van Dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van de navolgenden:

1°. J. A. GROTHE, Secretaris van het historisch Genootschap te Utrecht, Maart 1887; 2°. BERTRAND, Secretaris der Académie d'Archéologie de Belgique te Antwerpen, 25 April 1887; 3°. C. LE PAIGE, Bibliothecaris der Société royale des Sciences te Luik, 26 April 1887; 4°. A. TIELEMANS, Bibliothecaris der Universiteit te Leuven, 27 April 1887; 5°. H. RIX, Bibliothecaris der royal Society te Londen, 25 April 1887; 6°. CL. R. MARKHAM, Secretaris der royal geographical Society te Londen, 21 April 1887; 7°. R. OWEN, Londen, 23 April 1887; 8°. den Directeur van het royal Observatory te Greenwich, 21 April 1887; 9°. W. E. HOYLE,

Bibliothecaris der royal physical Society te Edinburg, 27 April 1887; 10°. H. WHITE, Bibliothecaris der Cambridge philosophical Society te Cambridge, 27 April 1887; 11°. G. KIRCHHOFF, Berlijn, 27 April 1887; 12°. LUTHER, Directeur der kön. Universitäts-Sternwarte te Koningsbergen, 27 April 1887; 13°. H. KREUTZ, Directeur der Sternwarte te Kiel, 27 April 1887; 14°. BERTKAU, Secretaris van het naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande und Westfalens te Bonn, 23 April 1887; 15°. H. GYLDEN, Stockholm, 31 Maart 1887; aangenomen voor bericht.

— Voorts Brieven ten geleide van Boekgeschenken van de navolgenden:

1°. het Ministerie van Binnenlandsche Zaken te 's Gravenhage, 25 April 1887; 2°. het Ministerie van Marine te 's Gravenhage, 9 April 1887; 3°. A. KLUYVER, Secretaris van de Maatschappij der Nederlandsche Letterkunde te Leiden, 1 April 1887; 4°. GROENEVELDT, Batavia, 15 Maart 1887; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de Boekerij.

— Het Proces-Verbaal der vorige Zitting wordt goedgekeurd, nadat, op verzoek van den Heer BOSSCHA, de volgende wijzigingen in de redactie gebracht zijn:

1°. Voor *Delft* moet gelezen worden den *Haag*; 2°. de Heer STAMKART keurde in de Polytechnische School niet de bewaarplaats goed voor Standaardmeter en -kilogram, maar wel de gelegenheid om meters van den 2^{en} rang te verifieeren; 3°. de door den Heer BOSSCHA gelezen memorie ging van hemzelven uit, en niet van de Commissie voor Standaardmeter en -kilogram; 4°. de Voorzitter deed in de woorden tot inleiding der verdere behandeling van de meterzaak tevens uitkomen, dat er tusschen de Commissie voor Standaardmeter en -kilogram en den Heer DONDERS in zooverre eene toenadering had plaats gevonden, als de laatste aan het einde van zijn advies een naschrift toevoegde, waarin hij verklaarde, het achttal voorstellen, door hem in de vergadering van 26 Februari 1887 gedaan, alle in te trekken en daar-

voor een ander voorstel van veel eenvoudiger strekking in de plaats stelde.

— Tot de ingekomen stukken behooren: 1°. kennisgevingen van de Heeren DONDERS, BEHRENS, SCHOLS, J. A. C. OUDEMANS en ZAAIJER, dat zij verhinderd zijn de vergadering bij te wonen; 2°. een brief van Z. Exc. den Minister van Binnenlandsche Zaken (27 April 1887), inhoudende het bericht, dat Z. M. de benoemingen van de Heeren C. H. D. BUYS BALLOT en J. D. VAN DER WAALS, respectievelijk tot Voorzitter en Onder-Voorzitter voor het volgend Akademiejaar, heeft goedgekeurd; 3°. missive van Z. E. den Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid (21 April 1887), het verzoek behelzend om het gevoelen der Afdeeling te vernemen omtrent een schrijven van den Hoogleeraar J. A. C. OUDEMANS te Utrecht, waarin wordt voorgesteld, 's Konings toestemming te vragen om het bij de Koninklijke Akademie van Wetenschappen berustend platina Standaardkilogram, met inachtneming der daarbij gebruikelijke vormen, te doen ontzegelen, en hem te vergunnen dit kilogram naar Utrecht over te brengen, om het met het door hem gebruikte glazen kilogram te vergelijken. De terugbrenging van het platinakilogram zou, indien de thans aanhangige verplaatsing der standaarden van maat en gewicht naar Delft haar beslag mocht krijgen, naar laatstgenoemde plaats kunnen geschieden. — Wordt, zonder discussie, besloten, den Minister te adviseeren, aan den wensch van den Heer OUDEMANS gevolg te geven; 4°. een opstel van den Heer Dr. VAN DER STOK te Batavia, correspondent der Afdeeling, »Over den invloed der maan op de beweging der declinatienaald te Batavia", aangeboden voor de Verslagen en Mededeelingen.

— De Commissie tot »onderzoek naar de mate, waarin water onder verschillende drukhoogte door zandmassa's van verschillende samenstelling en breedte stroomt", benoemd den 26sten April 1878, brengt, bij monde van den Heer VAN DIESEN, verslag uit, en komt tot het besluit, »dat, voor zoover de verzamelde gegevens dit kunnen uitmaken, het

bezwaar der doorkwelling de uitvoering van het plan van het wetsontwerp van 1877, strekkende tot droogmaking van de Zuiderzee, niet zou behoeven in den weg te staan." Wordt besloten, het Verslag met de daarbij behoorende Aanteekeningen op te nemen in de 4° werken der Akademie.

— De Commissie voor »de geologische kaart van Nederland", benoemd op den 29sten Mei 1886, brengt een door den Heer VAN RIEMSDIJK gesteld rapport uit, bij monde van den Heer VAN BEMMELEN. Zij komt, na rijp beraad, tot de volgende conclusiën:

1. De geologische kaart van STARING, nog in vele opzichten bruikbaar, worde terstond onveranderd herdrukt en in den handel gebracht om in eene bestaande behoefte te voorzien.

2. Het maken van eene geheel nieuwe geognostisch-agronomische kaart, naar de eischen der tegenwoordige wetenschap, worde intusschen voorbereid. Met deze voorbereiding zullen op zijn minst 12 jaar gemoeid zijn.

3. De voorbereidende werkzaamheden zullen vereischen:

a. de oprichting van een geologisch bureau (te Leiden), waaraan verbonden worde een conservator, ter verzameling van al de gegevens, noodig voor de samenstelling van de nieuwe kaart;

b. de aanstelling van twee geologen en één agronoom, die met het onderzoek in 't veld behooren belast te worden;

c. de aanstelling van eene geologische Commissie [bestaande uit deskundige Hoogleeraren der Rijks-Universiteiten], waarvan het Hoofd te Leiden wone en met de leiding der werkzaamheden belast worde;

d. eene jaarlijksche uitgave van ten hoogste *f* 14.000, over welke som genoemde Commissie bij wijze van subsidie beschikke.

4. Voor de geologische opneming en de inteekening der grenslijnen bezige men de bladen der nu geheel afgewerkte topografische kaart, waarvan de schaal is 1 op 50.000.

5. Voor de definitieve geologische kaart, waarvan de publicatie onmiddellijk na afloop van het tijdvak van voor-

bereiding worde ter hand genomen, is eene grootere schaal dan van 1 op 50.000 verwerpelijk. Later — zoodra het onderzoek in 't veld tot zekere hoogte gevorderd is — kan worden beslist, op welke schaal de bladen der nieuwe kaart behooren te worden uitgegeven.

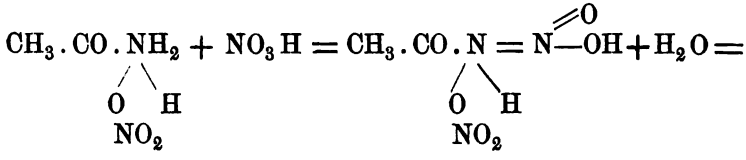
6. De oprichting van een blijvend geologisch bureau te Leiden wordt wenschelijk geacht, al ziet de Regeering van het vervaardigen eener nieuwe geologische kaart af, wegens de daaraan verbonden kosten of andere redenen.

Wordt, op voorstel van den Heer VAN DER WAALS, besloten, het voorgedragen rapport met de conclusiën te doen drukken en aan de leden der Afdeeling zoo spoedig mogelijk rond te zenden, opdat de beraadslaging over een en ander plaats kunne hebben in de Mei-vergadering.

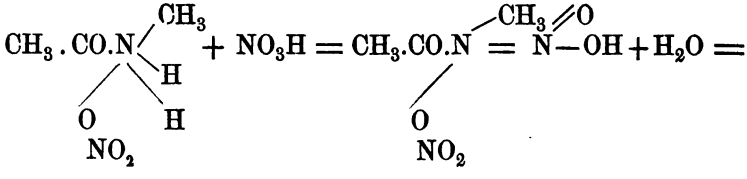
— De Heer DE VRIES houdt, naar aanleiding van onderzoekingen van den Heer Dr. J. RITZEMA BOS, eene door platen en voorwerpen opgehelderde voordracht over reup en kroefziekte, bij de Rogge, de Uije en andere kultuurplanten, veroorzaakt door het stengelaaltje (Tylenchus devastatrix). Op een paar desbetreffende vragen van den Heer TREUB, antwoordt de Heer DE VRIES: 1°. dat niet gebleken is dat de *wortels* der kultuurplanten eenig nadeel van het bezoek der aaltjes ondervinden; 2°. dat het wegtrekken van de aaltjes uit gestorven plantendeelen geen vaste regel is, en 3°. dat het uitstoelen van de Rogge slechts in zooverre aan de aaltjes moet worden toegeschreven, als zij den stengel verwoesten en daardoor aanleiding geven tot de ontwikkeling van knoppen, tot daartoe latent gebleven.

— De Heer FRANCHIMONT bespreekt in de eerste plaats de werking van watervrij salpeterzuur op amiden en alkylamiden. Deze werking, bijna vier jaar geleden ontdekt, werd sedert bij verschillende lichamen nagegaan en heeft aanleiding gegeven tot allerlei vragen, wier beantwoording tal van proefnemingen heeft vereischt. Daar vele amiden en alkylamiden met zuren verbindingen geven, heeft de werking, in die gevallen althans, niet op de vrije amiden, maar

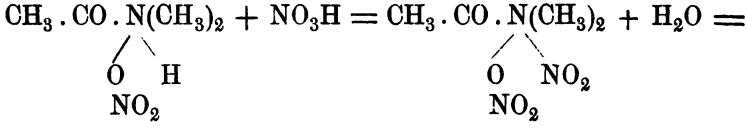
op hunne verbindingen met zuren plaats. Onder allerlei mogelijke vooronderstellingen omtrent het verloop der reactie, werd voor twee jaren ook opgenoemd deze: dat er onbestendige oxydiazoverbindingen ontstaan, waarvan alleen de ontledingsproducten gevonden worden. Dit kan in een bepaald geval b. v. door de volgende vergelijkingen uitgedrukt worden:



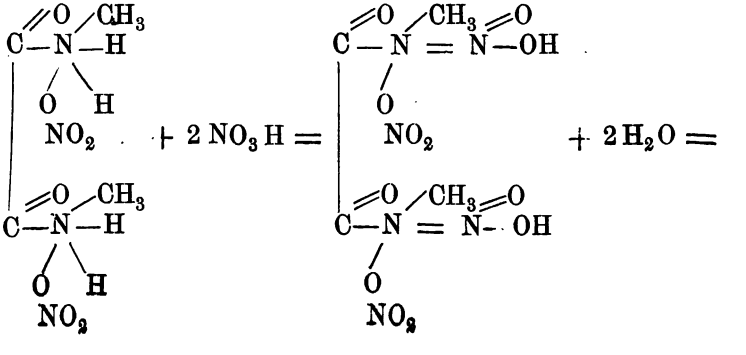
$$CH_3.CO.OH + NO_3H + N_2O + H_2O$$

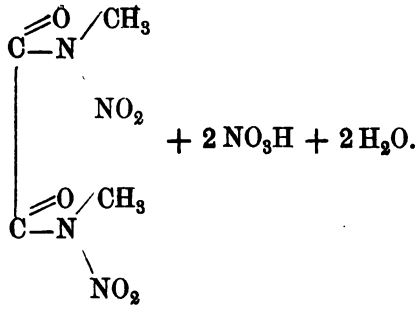


$$CH_3.CO.OH + CH_3NO_3 + N_2O + H_2O$$



$$CH_3.CO.OH + NO_3H + (CH_3)_2N.NO_2$$





Het verschil in de wijze van uiteenvallen dezer oxydiazoverbindingen zou dan afhangen van de in het amide voorkomende zuurrest.

Dat inderdaad de zuurrest een grooten invloed uitoefent op het verloop der reactie, blijkt ten duidelijkste wanneer men de verschillende gevallen, die door den Spreker en den Heer VAN ROMBURGH zijn bestudeerd, overziet. Hij geldt echter alleen voor de alkylamiden, althans de amiden, voor zoover zij onderzocht zijn, worden allen (één uitgezonderd, nl. het pikramide, volgens onuitgegeven waarneming van den Heer VAN ROMBURGH, en dit is niet geheel gelijk aan de amiden) door het salpeterzuur bij de gewone temperatuur ontleed, onder ontwikkeling van stikstofoxydule. De bij de methylamiden waargenomen gevallen zijn ten getale van vijf.

I. Zoowel het mono- als het dimethylamide blijven onveranderd; dit is het geval bij het benzoëzuur of juister nitrobenzoëzuur (VAN ROMBURGH).

II. Het monomethylamide geeft N_2O, CH_3NO_3 en het zuur $+ H_2O$; het dimethylamide geeft nitrodimethylamine; dit is het geval bij azijnzuur, barnsteenzuur, dimethylmalonzuur enz. (FRANCHIMONT).

III. Het monomethylamide geeft eene nitroverbinding; het dimethylamide geeft nitrodimethylamine; dit is het geval bij phenylsulfonzuur (VAN ROMBURGH), bij ethylsulfonzuur (FRANCHIMONT en KLOBBIE), bij zwavelzuur (FRANCHIMONT, en vermoedelijk ook bij oxaalzuur.

IV. Het monomethylamide geeft eene nitroverbinding; het dimethylamide geeft dezelfde nitroverbinding, terwijl

eene groep methyl geoxydeerd wordt; dit is het geval bij pikrinezuur, bij di- en trinitrokresolen (VAN ROMBURGH).

V. Het monomethylamide wordt ontleed in N_2O enz.; het dimethylamide wordt niet aangegrepen; dit is het geval bij trichloorazijnzuur (FRANCHIMONT en KLOBBIE).

Ook de alkylgroep schijnt een invloed uit te oefenen; althans er is in enkele gevallen een onderscheid aangetoond tusschen het gedrag der methylamiden en dat der aethylamiden, b.v. bij de sulfonzuren, waar het dimethylamide nitrodimethylamine geeft, het diaethylamide een nitroderivaat van het monoaethylamide, onder oxydatie van eene aethylgroep.

Het schijnt dat het verloop der reactie samenhangt met den meer of minder ammoniakalen (basischen) aard van het amide; in andere woorden, met de grootere of geringere gemakkelijkheid, waarmede het amide verbindingen aangaat met zuren, en met de bestendigheid dier verbindingen. Op den ammoniakalen (basischen) aard van het amide hebben natuurlijk zoowel de zuurrest als het alkyl een invloed.

Tot de amiden behooren ook het ureum (amide van amidomierenzuur) en al zijne derivaten. Reeds vóór drie jaren heeft Spreker alle mogelijke methylderivaten van het ureum bereid en hunne verhouding, zoowel als die van het ureum zelf, tegenover watervrij salpeterzuur bij de gewone temperatuur nagegaan. Hierdoor werd aangetoond dat zij zich allen als amiden gedragen, en wel hoofdzakelijk zooals het acetamide en zijne methylderivaten, maar dat het amidomierenzuur en zijne methylderivaten, bij het vrijworden, tevens uiteenvallen in CO_2 en NH_3 of aminen.

Het kwam hem echter wenschelijk voor, een grooter aantal ureumderivaten te onderzoeken en wel meer bepaaldelijk ureïdozuren en ureïden, om te zien of deze lichamen, waarvan de laatstgenoemde gemengde amiden (nl. amiden met twee verschillende zuurresten) konden zijn, nog hetzelfde gedrag vertoonen met salpeterzuur als de amiden, het diacetamide enz. Met andere woorden om na te gaan of, bij de werking van salpeterzuur, eene verandering in het amid-

achtige karakter van het ureum, door invoering van zuurresten, kon worden aangetoond.

Als voorbeeld voor de ureïdozuren werd onder anderen het ureïdoazijnzuur (hydantoïnezuur) genomen; dit wordt door watervrij salpeterzuur bij de gewone temperatuur ontleed, onder ontwikkeling van CO_2 en N_2O.

Als voorbeeld voor de ureïden werd gekozen het acetureïde (acetylureum). Ook dit wordt bij gelijke behandeling, onder ontwikkeling van CO_2 en N_2O, ontleed en wel geeft het $2\,N_2O$ en $1\,CO_2$; waaruit dus volgt: dat de groep acetyl het ureum niet van zijn amidkarakter berooft; ware dit het geval, dan zou slechts $1\,N_2O$ verkregen zijn.

Een tweede voorbeeld is het halve ureïde van het oxaalzuur: oxaluurzuur. Ook dit wordt door het salpeterzuur ontleed en, evenals vroeger voor het oxaminezuur werd gevonden, gaat hierbij ook de oxaalzuurrest grootendeels in in CO_2 en CO over.

Van meer belang nog schenen de inwendige ureïden. Hiervan werden onderzocht: 1°. die van éénbasische zuren, nl. het hydantoïne, bereid door den Heer Prof. Mulder, en de beide methylderivaten, die het methyl aan de koolstof gebonden hebben en bekend zijn onder de namen lactylureum en acetonylureum. Deze lichamen worden door watervrij salpeterzuur bij de gewone temperatuur niet ontleed. Of de beide eersten nitroderivaten leveren, met de nitrogroep aan de koolstof, is een vraag, waarop het antwoord binnen kort kan verwacht worden.

2°. Van inwendige ureïden van tweebasische zuren werden onderzocht die van het oxaalzuur, nl. het parabaanzuur en het dimethylparabaanzuur of cholestrophaan, verder die van het malonzuur, nl. het barbituurzuur en zijne beide methylderivaten, welke het methyl aan de koolstof gebonden bevatten, dus het isosuccinylureïde en het dimethylmalonureïde. Geen van deze lichamen wordt door het salpeterzuur bij de gewone temperatuur ontleed. Het barbituurzuur gaat slechts quantitatief in het bekende nitrobarbituurzuur over en dit wordt niet ontleed. Of het isosuccinylureïde ook een nitroderivaat levert is eene vraag, die binnen kort beantwoord zal worden.

Uit de kort vermelde resultaten, die uitvoeriger in het *Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas* zullen beschreven worden, volgt nu dat, zoodra de rest van het ureum met andere atomen een gesloten keten of ring vormt, het amidkarakter dier rest volkomen is verdwenen, ten opzichte van het salpeterzuur, althans als in dien ring nog eene groep carbonyl voorkomt. Of deze bepaald noodig is, kan slechts met zekerheid uitgemaakt worden als eerst het onbekende lichaam $\begin{matrix} CH_2-NH \\ | \quad >CO \\ CH_2-NH \end{matrix}$ verkregen is, waartoe reeds pogingen in 't werk gesteld zijn.

Zooveel is echter nu reeds voldoende vastgesteld, dat men in de werking van watervrij salpeterzuur bij de gewone temperatuur, een gemakkelijk middel heeft om de inwendige ureïden te herkennen, om hunne zuiverheid te beoordeelen en in sommige gevallen om ze te zuiveren.

De hoeveelheid, die er toe benoodigd is, is geringer dan die welke voor elementairanalyse en ander onderzoek vereischt wordt, nl. hoogstens een decigram, in sommige gevallen veel minder.

Van de overige onderzochte ureïden zij hier nog vermeld het allantoïne, dat ééne ureumrest ringvormig gebonden en ééne losse bevat, zooals de formule $\begin{matrix} NH-CH-NH \\ | \quad | \quad \diagdown \\ CO \quad | \quad \diagup CO \\ | \quad CO-NH \\ NH_2 \end{matrix}$ aanduidt. Het wordt dan ook door salpeterzuur slechts gedeeltelijk ontleed, vermoedelijk onder vorming van oxyhydantoïne.

Dit onderzoek wordt voortgezet met ureïden van onverzadigde zuren, om te zien of de gevonden reactie gebruikt kan worden bij meer gecompliceerde ureïden, zooals urinezuur, tot opheldering van de structuur.

— De Heer VAN BEMMELEN zegt het volgende:

Toen ik vroeger de uitkomsten mijner onderzoekingen omtrent de hydraten van SiO_2, SnO_2, MnO_2, BeO en MgO, aan de Akademie mededeelde, heb ik aangewezen dat de

drie eersten in colloïdalen toestand verkeeren en geene samenstelling bezitten, die aan eene chemische formule in eenvoudige verhouding beantwoordt. Geene temperatuur liet zich vinden, waarbij zij onder verlies van water in een bepaald hydraat overgaan, hetwelk binnen bepaalde grenzen van temperatuur standvastig is. Zij verliezen voortdurend water bij stijgende temperatuur. Ook vertoonen zij de eigenschap om uit oplossingen van zuren, bases, zouten, eene zekere hoeveelheid daarvan in hun hydraatwater te binden, welke hoeveelheid niet alleen van de stoffen zelve afhankelijk is, maar ook van de sterkte der oplossing en de temperatuur.

Het hydraat van het Berylloxyd kon uit hare kalische oplossing ook in eenen kristallijnen en tot 200° standvastigen toestand verkregen worden. Het beantwoordde dan aan de formule $BeO . H_2O$, en had geen absorbtievermogen voor opgeloste zouten.

Het bevreemdde mij daarom zeer, toen ik voor korten tijd in eene verhandeling van GRIMAUX (C. R. 98 p. 1437) de bewering ontmoette, dat het kiezelzuur, hetwelk uit Methylsilicaat door ontleding met water als eene gelei wordt afgescheiden, eerst de samenstelling van normaal kiezelzuur $Si(OH)^4 = SiO_2 . 2H_2O$ zou bezitten, en dan allengs zou veranderen en zich polymeriseeren onder verlies van watermoleculen. GRIMAUX geeft geene analysen ter bevestiging. Ik heb geheel volgens het voorschrift van GRIMAUX dit kiezelzuur bereid, en als eene zeer dunne gelei verkregen. Nadat deze stof door uitpersen droog was geworden, bedroeg de hoeveelheid water nog bijna 4 moleculen ($SiO_2 . 3.5$ à $4 H_2O$) en na lang staan aan de lucht nog bijna 2 moleculen. Zij onderscheidde zich van het kiezelzuur, uit de kalische oplossing door een zuur afgescheiden, alleen daardoor, dat zij na droging boven zwavelzuur niet weder zooveel water uit eene vochtige ruimte opnam als zij verloren had. In eene droge ruimte of bij 100° hield zij iets meer water terug dan het zooeven genoemde kiezelzuur, namelijk $\pm 1/3$ molecuul, tegen $\pm 1/4$ molecuul:

Ik heb haar nog vergeleken met het kiezelzuur uit chloor-

silicium door water bereid; evenzoo eene colloïdale stof. Geen onderscheid in karakter werd waargenomen.

Er is dus geene reden om aan te nemen dat het kiezelzuur, hetwelk zich uit methylsilicaat als eene gelei afscheidt, een geheel ander karakter zou bezitten, dan hetgeen uit de kalische oplossing, of uit chloorsilicium wordt verkregen.

Het scheidt zich evenzeer als een van de gewone chemische verbindingen geheel onderscheiden molecuul-complex met eene zeer groote hoeveelheid water af, welke na uitpersing en droogwording de hoeveelheid, welke aan de formule $SiO_2 . 2H_2O$ beantwoordt, ver overtreft. Het behoort geenszins tot de hydraten, die — nevens eene zekere standvastigheid binnen bepaalde temperatuurgrenzen — eene samenstelling bezitten, welke door eene chemische formule in eenvoudige verhouding kan uitgedrukt worden. Zulk een hydraat van kiezelzuur is nog niet ontdekt.

De aluinaarde daarentegen kan in beide toestanden verkregen worden. Uit de oplossing van een aluminiumzout wordt colloïdale aluinaarde van zeer verschillende samenstelling, naar gelang van de sterkte der oplossing en van de temperatuur, verkregen. Maar de aluinaarde, die uit de kalische oplossing door langzame inwerking van koolzuur wordt verkregen, is het werkelijke normale hydraat. $Al_2O_3 . 3H_2O$. Bonnsdorff heeft zulks reeds gevonden in 1832. Op deze waarneming is weinig acht geslagen. Ik heb het herhaalde malen bereid en niet alleen gevonden dat dit hydraat deze samenstelling bezit, maar bovendien dat het is mikrokristallijn, zeer weinig of niet hygroskopisch, standvastig tot 160°, en dat het geen absorbtievermogen bezit. Met eene waterige oplossing van K_2SO_4 geschud, onttrekt het daaraan niets. De colloïdale hydraten van aluinaarde daarentegen zijn niet standvastig, zijn hygroskopisch, en bezitten een absorbtievermogen; ik staafde dit laatste voor K_2SO_4.

Het scheen mij van belang om het nieuw ontdekte Germaniumoxyd uit dit oogpunt met bovengenoemde hydraten te vergelijken.

Het Germanium staat tusschen het silicium en het tin.

Winkler vermeldt dat het oxyd, hetwelk uit $GeCl_4$ en

water ontstaat, wel hydratisch is, maar geene eenvoudige samenstelling vertoont. Het trof mij dat WINKLER in hetzelve, na droging boven zwavelzuur en bij 100°, eene hoeveelheid water vond, die ik berekend heb op ongeveer 0.2 Mol. — dezelfde hoeveelheid die ik in het kiezelzuur (uit de kalische oplossing afgescheiden) gevonden heb. Het is dus duidelijk, dat ook hier een colloïdaal hydraat gevormd is, en dat geene eenvoudige formule hier te wachten was. Uit WINKLER's opgave leid ik af, dat de stof tegenover alkaliën en alkalizouten een sterk absorbtievermogen bezit, evenals dit aan het zwavelgermanium in hooge mate toekomt.

Merkwaardig is, dat het germaniumoxyde in water oplosbaar is, en zich daaruit bij verdamping afzet.

Het was de vraag of dit oxyd geen hydraat kon wezen. Ik heb mij daarom eenig germaniumoxyd en -sulphuur verschaft. Eene kleine hoeveelheid zwavelgermanium van SCHUCHARDT zette ik om in zuiver germaniumoxyd en loste dit in water op. Uit deze (ongeveer 150 CC) oplossing in eene platinaschaal, had zich na eenige weken, bij gewone temperatuur, eene voor de analyse genoegzame hoeveelheid afgezet. Het hing zeer sterk aan het platina aan. Het vertoonde zich als mikroskopisch kleine kristalletjes, welker vorm zelfs bij sterke vergrooting niet te bepalen was, zooals ook WINKLER aangeeft. De analyse echter bewees dat het geen water bevatte, maar uit geheel anhydrisch GeO_2 bestond. 383 mGr., uit de waterige oplossing afgezet, werden tusschen papier uitgeperst; zij verloren noch in droge ruimte, noch bij 65°, noch bij 100° aan gewicht, en na gloeiing slechts 3 mGr.

Het is niet hygroskopisch.

Daar het germaniumoxyde, dat door zwavelzuur uit water wordt afgescheiden, zwavelzuur terughoudt, scheen het niet onmogelijk, dat het in een sterk zwavelzuur evenals tinoxydhydraat zwavelzuur binden kon; maar eene proefneming bewees, dat zulks geenszins het geval was. Het zwavelzuur (ongeveer $H_2SO_4 + 4\,H_2O$) behield na schudding met 1 gram germaniumoxyd zijne sterkte volkomen.

Het germaniumoxyd lost dus niet alleen anhydrisch in

water op, maar zet zich daaruit ook kristallijn anhydrisch af. Het komt dus hierin overeen met het arseniumtrioxyd.

Aangezien het koolzuur vele metaaloxyden hydratisch neerslaat uit hunne alkalische oplossing, ware het mogelijk dat op die wijze een hydraat van GeO_2 te verkrijgen ware. De proefneming leerde, dat op die wijze wel een hydratisch germaniumoxyd wordt neergeslagen, maar colloïdaal. Onder den mikroskoop vertoonde het zich geheel amorph. Het was zeer weinig oplosbaar in water, en hield, zooals aan colloïdale stoffen eigen is, na ruime uitspoeling met water en uitpersing nog alkali terug. Het had na die bewerking de samenstelling:

luchtdroog.	$GeO_2 . {}^1/_5\ Na_2O . 1.8\ H_2O.$
in droge ruimte. . . .	$GeO_2 . {}^1/_5\ Na_2O . 1.0\ H_2O.$
bij 50^0	onveranderd.
bij 100^0	$GeO_2 . {}^1/_5\ Na_2O . 0.4^8\ H_2O.$

Boven 100^0 tot 140^0 ontleedt het zich zeer langzaam. Eerst bij 160^0 en daarboven wordt het overige water uitgedreven.

Uit deze samenstelling volgt dus ook dat het hydraat colloïdaal is, en aan geene verbinding in eenvoudige verbinding beantwoordt.

Of het germaniumoxyd een echt hydraat kan vormen, blijft alzoo de vraag. Voor het koolzuur en het kiezelzuur zijn de omstandigheden, onder welke het echte hydraat zich kan vormen, nog onbekend. Voor het germaniumoxyd, dat zoo dicht bij het kiezelzuur staat, zal het vermoedelijk niet ligt gelukken die omstandigheden op te sporen. De studie van de hydraten van het tinoxyd, waarvan het echte evenzeer nog niet bereid is, houdt mij bezig.

— De Heer VAN DER WAALS biedt ter plaatsing in de werken van de Akademie aan een opstel van den Heer JAN DE VRIES, leeraar aan de Hoogere Burgerschool te Kampen, »Over vlakke krommen der 4de orde, met twee dubbelpunten". Tot rapporteurs over dien arbeid worden door den Voorzitter aangewezen de Heeren SCHOUTE en BIERENS DE HAAN.

— Voor de boekerij worden aangeboden:

1. door den Heer FRANCHIMONT: de dissertatie van Dr. A. F. HOLLEMAN »Onderzoekingen over het zoogenaamde *β*. nitrocymol";

2. door den Heer VAN DER BURG: Das Leben in der Tropenzone, speziell im Indischen Archipel, bearbeitet von Dr. L. DIEMER, nach Dr. VAN DER BURG's »de geneesheer in Nederlandsch-Indië."

— Daar er verder niets te verhandelen is, wordt de Vergadering gesloten.

OVER DEN INVLOED DER MAAN

OP DE

BEWEGING DER DECLINATIE-NAALD TE BATAVIA.

DOOR

J. P. VAN DER STOK.

§ 1. De waarnemingen, voor dit onderzoek gebruikt, zijn die, welke door BERGSMA gedurende zeven jaren te Batavia zijn verricht door middel van LAMONT's declinometer. In Deel III der *Observations* bladz. 187—192, vindt men de resultaten, die in 1878 omtrent den maansinvloed waren verkregen; sedert is dit onderzoek uitgebreid en de verkregen uitkomsten schijnen van zooveel belang te zijn voor de studie van het aardmagnetisme, dat eene publicatie hiervan wenschelijk is, alvorens die van de nieuwe, volledige reeks aardmagnetische waarnemingen, welke in 1882 aanvangt en alle drie elementen omvat, gereed zijn gekomen.

Ten onrechte toch is in de laatste jaren de studie van den maans-invloed op den achtergrond geschoven omdat de hier werkende krachten klein werden geacht en de verkregen resultaten derhalve óf weinig vertrouwbaar, óf van ondergeschikt belang. De afwijkingen echter door de maan veroorzaakt, zijn niet zoo klein als uit de totaalgemiddelde schijnt te blijken, vooral niet wanneer men de mate van juistheid in aanmerking neemt die door middel der gebruikte variatie-instrumenten bereikt kan worden. Deze nauw-

keurigheid toch mag alleen de grens bepalen van wat groot of klein is te noemen.

Te Batavia waar de storingen minder menigvuldig en ook geringer van intensiteit zijn dan op plaatsen van hoogere breedten het geval is, kan, zooals uit Tabel 267 van Deel III blijkt, reeds uit één jaar uurwaarnemingen de invloed van den maans-uurhoek met groote juistheid bepaald worden, terwijl deze zelfs reeds uit ééne maand duidelijk is af te leiden, mits deze maand goed gekozen worde. Reeds na betrekkelijk korten tijd kan derhalve een onderzoek naar de verschillende oorzaken ingesteld worden, die invloed uitoefenen op deze periodieke beweging gedurende een maansdag en zulk een onderzoek zal geene onzekerheid in de resultaten vertoonen. Anders is het gesteld met een onderzoek omtrent periodieken maansinvloed van langeren duur dan van één dag, als b. v. omtrent dien van maansleeftijd en maansafstand op de gemiddelde dagelijksche waarden.

Hier zullen zich in de uitkomsten groote onzekerheden voordoen, waarvan de oorzaak is dat, in dit geval, de maansinvloed wel als klein is te beschouwen ten opzichte van de gevoeligheid der variatie-instrumenten en van de veranderlijkheid van het element, terwijl bovendien het aantal perioden waaruit het gezochte verschijnsel moet berekend worden ongeveer dertig malen geringer is dan dat hetwelk voor het onderzoek der dagelijksche beweging beschikbaar is.

Indien niet eene al te groote nauwkeurigheid wordt vereischt, kan aangenomen worden dat, te Batavia, uit een honderdtal perioden deze dagelijksche beweging met voldoende juistheid is af te leiden. Gesteld dus dat de periodieke invloeden van langeren duur grootheden van dezelfde orde zijn als die van de dagelijksche periode, dan zouden nog 12 jaren observaties noodig zijn om tot eene zelfde nauwkeurigheid te geraken. Hierbij komt echter nog dat in den loop van een 30 tal dagen het element zelf aan veel grooter variaties is onderworpen, dan die welke gedurende het tijdsbestek van één dag voorkomen en dat ook de variatie-instrumenten wel gedurende 24 uur maar niet gedurende een groot aantal dagen onderling volkomen vergelijkbare

waarden leveren. Door vermindering van magnetisch moment en andere allen onregelmatig werkende oorzaken veranderen de magneten op den duur van stand ook zonder dat aardmagnetische oorzaken werkend optreden en het zijn dus de veel minder gevoelige absolute bepalingen, waardoor deze variatie-waarnemingen telkens weder tot absolute maat herleid worden, die hier de nauwkeurigheid der observaties bepalen. Hieruit moge blijken dat 12 jaren nog onvoldoende zullen zijn om, zelfs bij benadering, den gezochten periodieken invloed van langeren duur te bepalen en dat zeker een 30 tal jaren hiervoor nog ter nauwernood voldoende zal zijn.

Alleen de periodieke maansinvloed gedurende een maansdag kan dus hier ter sprake komen, alle overige onderzoekingen naar perioden van langeren duur moeten als voorbarig en daardoor geheel waardeloos beschouwd worden.

§ 2. In Tabel I, overgenomen uit Deel III der *Observations* vindt men de dagelijksche variatie der Declinatie-naald door de maan veroorzaakt: in de eerste plaats gemiddeld, in de tweede plaats voor de dagen van perigeum en apogeum, in de derde plaats voor de maanden gedurende welke de zonsdeclinatie noordelijk en zuidelijk is.

TABEL I.

MAANSINVLOED OP DE BEWEGING DER DECLINATIE-NAALD, GEDURENDE EEN MAANSDAG TE BATAVIA.

Aantal maansdagen.	Gemiddeld. 2255	Perigeum. 289	Apogeum. 293	Zonsdeclinatie Noord. 1143	Zuid. 1112
Maansuren.					
0	— 0′.14	— 0′.18	— 0′.12	— 0′.07	— 0′.23
1	— 0.12	— 0.15	— 0.18	— 0.06	— 0.21
2	— 0.09	— 0.07	— 0.17	— 0.04	— 0.14
3	— 0.02	+ 0.03	— 0.12	— 0.04	— 0.04
4	+ 0.05	+ 0.09	+ 0.01	— 0.02	+ 0.10
5	+ 0.14	+ 0.17	+ 0.11	+ 0.02	+ 0.25
6	+ 0.16	+ 0.21	+ 0.17	+ 0.03	+ 0.29

Maansuren.	Gemiddeld.	Perigeum.	Apogeum.	Zonsdeclinatie Noord.	Zuid.
7	+ 0.15	+ 0.18	+ 0.23	+ 0.07	+ 0.25
8	+ 0.10	+ 0.12	+ 0.22	+ 0.08	+ 0.15
9	+ 0.04	+ 0.04	+ 0.17	+ 0.06	+ 0.06
10	— 0.03	— 0.06	+ 0.06	+ 0.04	— 0.08
11	— 0.06	— 0.11	— 0.02	+ 0.07	— 0.14
12	— 0.09	— 0.14	— 0.09	+ 0.05	— 0.21
13	— 0.09	— 0.12	— 0.10	+ 0.03	— 0.19
14	— 0.07	— 0.03	— 0.06	+ 0.03	— 0.14
15	— 0.02	+ 0.03	— 0.06	+ 0.03	— 0.05
16	+ 0.03	+ 0.09	— 0.02	+ 0.02	+ 0.05
17	+ 0.07	+ 0.12	+ 0.04	+ 0.02	+ 0.14
18	+ 0.08	+ 0.12	+ 0.04	+ 0.01	+ 0.17
19	+ 0.06	+ 0.07	+ 0.04	— 0.04	+ 0.16
20	+ 0.02	+ 0.03	0.00	— 0.05	+ 0.09
21	— 0.04	— 0.06	0.00	— 0.06	— 0.02
22	— 0.09	— 0.14	— 0.02	— 0.07	— 0.12
23	— 0.12	— 0.17	— 0.09	— 0.06	— 0.19

De uit deze getallen berekende BESSEL'sche formulen vertoonen nog duidelijker dan de Tabel de eigenaardigheden der verschillende kolommen.

TABEL II.

Gemiddeld. . $0'.048\ sin.(\theta + 309°-48') + 0'.117\ sin.(2\theta + 262°-32')$

Apogeum . . $0.075\ sin.(\theta + 314\ -27) + 0.130\ sin.(2\theta + 234\ -51)$

Perigeum. . . $0.047\ sin.(\theta + 319\ -\ 0) + 0.148\ sin.(2\theta + 320\ -50)$

Zonsdecl. Noord. $0.065\ sin.(\theta + 289\ -40) + 0.015\ sin.(2\theta + 253\ -\ 2)$

Zonsdecl. Zuid. $0.043\ sin.(\theta + 341\ -13) + 0.222\ sin.(2\theta + 263\ -\ 9)$

Hieruit blijkt dat de dagelijksche beweging der magneetnaald onder den invloed der maan in twee perioden, eene enkele en eene dubbele te onderscheiden is, dat de dubbele ongeveer 3 malen grooter is dan de enkele en dat de grootste oostelijke afwijking voor de enkele periode ongeveer twee uren voor de bovenste culminatie wordt waargenomen en voor de dubbele periode met de tijdstippen der beide cul-

minatiën samenvalt, daar het verschil van $7^0.5$ niet meer dan een kwartier uurs verschil in tijd voorstelt. In de tweede plaats is het uit Tabel II duidelijk dat de dubbelperiodische beweging toeneemt als de maansafstand geringer wordt, de enkele echter in dat geval afneemt: hier volgt echter uit het feit dat de gemiddelde amplitude uit de formulen voor Perigeum en Apogeum berekend, grooter is dan die door de eerste formule gegeven, dat het aantal gebruikte maansdagen nog niet groot genoeg is om hieruit de wet der werking van den afstand met voldoende zekerheid te kunnen berekenen.

De beide laatste kolommen en formulen eindelijk zijn van het grootste belang; zij toonen aan dat de maansinvloed geheel en al afhangt van den zonnestand en dat derhalve gemiddelde waarden, waarbij daarop niet gelet wordt, eene zeer onjuiste voorstelling geven van het wezen der werking.

Als de zon in de Noordelijke teekens staat verdwijnt de dubbele periode bijna geheel en treedt alleen, maar dan ook met dubbele intensiteit, op als de Zonsdeclinatie zuidelijk is, terwijl de enkele periode in beide gevallen blijft bestaan, maar het kleinst wordt als de dubbele periode het grootst is.

Door alle maansdagen voor de tijden van Perigeum en Apogeum samen te nemen wordt dus de invloed van den maansafstand, wat betreft de dubbele periode, verzwakt; voor elk onderzoek van deze en andere oorzaken van verandering der dubbele periode moeten derhalve voortaan alleen de waarnemingen gedurende de maanden October tot Maart worden gebezigd, of, wat nog verkieslijker is, als de reeks waarnemingen lang genoeg is, moet elke maand afzonderlijk behandeld worden, wil men een juist overzicht verkrijgen van hetgeen werkelijk geschiedt.

Deze alles beheerschende invloed van den zonnestand op den maansinvloed doet terstond de wenschelijkheid van een onderzoek van de maansphasen op deze dagelijksche variatie op den voorgrond treden. In Deel III vindt men voor de vier maansphasen de dagelijksche beweging door de maan veroorzaakt; deze tabellen zijn echter hier niet opgenomen

omdat zij, na de ontdekking van J. A. Broun *) alle waarde verloren hebben.

§ 3. In den onregelmatigen vorm der vier krommen voor de maansphasen verkregen, vond nl. Broun aanleiding om te onderzoeken of niet de stand van de zon ten opzichte van den horizon, of niet de tijd van den dag hier een overwegenden invloed deed gelden. Het antwoord was niet twijfelachtig. Hij vond dat gedurende den nacht de dubbele periode veel kleiner was dan gedurende de daguren en daar nu eene rangschikking volgens maansuren en maansphasen onafscheidbaar verbonden is met eene rangschikking volgens dagtijden, is het niet meer dan natuurlijk dat b. v. voor Nieuwe Maan groote afwijkingen ten tijde der bovenste culminatie (dag) gevonden worden, die hun weerslag niet vinden, zooals bij eene dubbele periode het geval moest zijn, op het 12de maansuur (nacht), zoodat eene zeer onregelmatige kromme lijn ontstaat. Een onderzoek naar den invloed der phasen op de dagelijksche beweging der magneetnaald welke door de maan wordt veroorzaakt is dus vooralsnog niet mogelijk. Omgekeerd echter volgt hieruit dat een onderzoek naar den invloed der dagtijden ook niet noodzakelijk een zuiver resultaat zal opleveren omdat ook hier eene mogelijke complicatie met invloed van maansleeftijd op die variatie niet is buitengesloten. Slechts de grootste van de twee onafscheidbare inwerkingen zal duidelijk te voorschijn treden.

Bij maansinvloed op den barometerstand is de invloed der phasen grooter dan die van de dagtijden, bij de declinatie heeft het omgekeerde plaats. Uit het regelmatig beloop der krommen blijkt dat in elk geval de phasen-invloed door dien der dagtijden verre wordt overtroffen zoodat men met recht mag aannemen dat bij aardmagnetische krachten de invloed van den maansleeftijd gering is.

In Tabel III worden de afwijkingen samenvallende met den maansuurhoek gegeven voor vier verschillende dagtijden: daar de voorhanden zijnde tabellen de aflezingen op de

---

*) *Observations of magnetic declination made at Trevandrum. Volume I.* London 1874.

maansuren geven en dus de zonsuren in schuine richting door deze staten heenloopen, moesten deze vier dagtijden met vier verschillend gekleurde tinten worden onderstreept en daarna de staten voor elke kleur afzonderlijk opgeteld:

TABEL III.

MAANSINVLOED VOOR VIER VERSCHILLENDE DAG-TIJDEN.

	3 v.m.—9 v.m.		9 v.m.—3 n.m.		3 n.m.—9 n.m		9 n.m.—3 v.m.	
	558		558		557		548	
0	L.K.	— 0'.36	N.M.	— 0'.29	E.K.	+ 0'.02	V.M.	+ 0'.09
1		— 0.26		— 0.27		— 0.01		+ 0.04
2		— 0.17		— 0.32		+ 0.09		+ 0.04
3		— 0.07		— 0.19		+ 0.04		+ 0.09
4		0.00		— 0.07		+ 0.09		+ 0.14
5		+ 0.17		+ 0.06		+ 0.13		+ 0.22
6	V.M.	+ 0.18	L. K.	+ 0.10	N.M.	+ 0.04	E.K.	+ 0.17
7		+ 0.31		+ 0.19		— 0.09		+ 0.11
8		+ 0.22		+ 0.15		— 0.02		+ 0.12
9		+ 0.30		+ 0.03		— 0.16		+ 0.07
10		+ 0.03		— 0.08		— 0.14		+ 0.14
11		+ 0.22		— 0.18		— 0.22		+ 0.02
12	E.K.	+ 0.07	V.M.	— 0.19	L.K.	— 0.15	N.M.	— 0.02
13		+ 0.09		— 0.07		— 0.25		— 0.02
14		— 0.06		0.00		— 0.02		— 0.14
15		+ 0.06		+ 0.06		+ 0.01		— 0.17
16		+ 0.05		+ 0.17		+ 0.12		— 0.22
17		+ 0.04		+ 0.32		+ 0.09		— 0.14
18	N.M.	+ 0.07	E.K.	+ 0.28	V.M.	+ 0.19	L K.	— 0.19
19		— 0.02		+ 0.36		+ 0.04		— 0.14
20		— 0.12		+ 0.14		+ 0.13		— 0.09
21		— 0.17		+ 0.02		+ 0.03		— 0.06
22		— 0.29		— 0.07		+ 0.01		— 0.01
23		— 0.22		— 0.31		0.00		+ 0.04

Het was op deze wijze niet wel mogelijk meer dan vier dagtijden in rekening te brengen: de quaestie schijnt echter

van zoo groot belang dat de arbeid zeker de moeite loont. De berekende formulen zijn:

TABEL IV.

3 v. m.—9 v. m. $0'.208 \sin(\theta + 298°) + 0'.122 \sin(2\theta + 259°)$
9 v. m.—3 n. m. $0.115 \sin(\theta + 227) + 0.258 \sin(2\theta + 260)$
3 n. m.—9 n. m. $0.100 \sin(\theta + 115) + 0.108 \sin(2\theta + 297)$
3 n. m.—3 v. m. $0.158 \sin(\theta + 13) + 0.028 \sin(2\theta + 157)$

Er is hier blijkbaar nog eene correctie aan te brengen; de epoquen toch der enkele perioden verschillen onderling ongeveer 90 graden, hetgeen een bewijs is dat er eene storende enkelvoudige periode bestaat die, voor de verschillende dagtijden, telkens met een phasenverschil van 6 uren optreedt en die de amplituden der enkele periode veel grooter maakt dan zij in werkelijkheid zijn. De oorzaak hiervan moet de volgende zijn: voor de rangschikking volgens maansuren zijn te Batavia gebruikt de waarnemingen zoo als zij waren opgeteekend in schaaldeelen. Indien dus in deze observaties nog een invloed der maansphasen op den gemiddelden stand was verborgen, zoodanig dat b. v. de declinatie meer westelijk was bij Nieuwe dan bij Volle Maan, dan zou, zooals uit de voor dat doel in Tabel III bijgeschreven maansphasen duidelijk is, deze invloed verkeerdelijk als een dagelijksche gang van enkele periode merkbaar worden. Ware er een dubbel periodische invloed der phasen dan zou deze een onderling verschil der epoquen bij de dubbelperiodische formule van 180^0 veroorzaken: deze periode blijkt echter vrij van zulk een storenden invloed te zijn. Ten einde deze moeilijkheid te ontgaan zou het noodzakelijk zijn van den aanvang af, niet de waarnemingen zelve, maar de *verschillen* van deze met de 24 uur gemiddelden volgens de maanuren te rangschikken, in welk geval op afdoende wijze zoowel voor invloed van phasen als voor seculaire variatie gecorrigeerd zou zijn. Voor de nieuwe reeks van aardmagnetische waarnemingen is dit dan ook geschied door de deviaties (in de *Observations D* genoemd) volgens maansuren te rangschikken; waardoor tegelijkertijd twee bronnen van onnauwkeurigheid zijn vermeden.

In Deel VI. Appendix II heb ik eene methode aangegeven die veroorlooft, ten minste bij benadering, een dergelijken storenden invloed te elimineeren; past men deze toe, dan vindt men in plaats van de Tabel IV de volgende formulen:

TABEL IV*a*.

3 v.m.—9 v.m.	0'.070 *sin.* (θ + 234°)	+ 0'.122 *sin.* (2 θ + 259°)
9 v.m.—3 n.m.	0.057 *sin.* (θ + 210)	+ 0.258 *sin.* (2 θ + 260)
3 n.m.—9 n.m.	0.040 *sin.* (θ + 247)	+ 0.108 *sin.* (2 θ + 297)
9 n.m.—3 v.m.	0.062 *sin.* (θ + 242)	+ 0.028 *sin.* (2 θ + 157)

Hieruit blijkt derhalve dat de enkele periode weinig of niet afhangt van den tijd van den dag, maar dat de dubbele periode daarentegen in zoo sterke mate hiermede verändert, dat gedurende de nachturen de periode geheel verdwijnt, een feit dat door BROUN niet gevonden is omdat diens onderzoekingen zich slechts tot twee dagtijden uitstrekken. Eene eenvoudige verhouding bij deze aangroeiing der functie van middernacht af tot aan den middag is niet te vinden; noch de hypothese eener gelijkmatige toeneming van 0 voor middernacht tot een maximum voor den middag, noch die eener verandering van 0 voor zons op- en ondergang tot eene grootste waarde voor den hoogsten zonnestand geeft eene met de feiten overeenstemmende uitkomst. Niet alleen voor een juist begrip van den feitelijken toestand maar niet minder voor later te stellen hypothesen omtrent den aard van het aardmagnetisme moet aan deze ontdekking van BROUN een groot gewicht gehecht worden en het nader bepalen der functie volgens welke de maansinvloed met de uren van den dag verandert, moet zeker als een der gewichtigste opgaven voor groote observatoria beschouwd worden. Ten einde echter volledig de vraag te kunnen beantwoorden welke de afwijking zal zijn door de maan veroorzaakt als gegeven zijn: het maansuur, de maansleeftijd (of het uur van den dag), de maansdeclinatie, de zonsdeclinatie en de maansafstand zal het noodzakelijk zijn dat onderzoek uit te breiden niet alleen tot enkele dagtijden maar voor elk

uur afzonderlijk de maanswerking te berekenen. Zooals reeds werd opgemerkt zijn de gewone staten der rangschikking volgens maansuren hiertoe slecht geschikt. Bij de bewerking der nieuwe reeks zijn daarom, behalve de gewone staten, ook nog andere aangelegd; voor deze worden de afwijkingen D.; die in de *Observations* Vol. VI en VII nader zijn gedefinieerd en die gecorrigeerd zijn voor mogelijken invloed van maansphasen, voor seculaire variatie en voor dagelijkschen zonsinvloed, *voor elk bepaald zonsuur*, volgens den maansleeftijd gerangschikt; 't geen derhalve met eene rangschikking volgens maansuren overeenkomt. Voor observaties te 12 uur des middags gedaan wordt b. v. onder 0 uur de waarde van D ingeschreven op den datum van nieuwe maan, onder 12 uur de waarde voor den datum van volle maan enz. zoodat de 29 of 30 observaties gedurende een synodischen omloopstijd gedaan, aldus over de 24 uren van den maansdag verdeeld worden. Deze methode is door den schrijver het eerst toegepast op de magnetische waarnemingen te »den Helder" gedaan en veroorlooft het afzonderlijk houden van elk daguur; natuurlijk kan eerst na een 20 tal jaren voor elk uur afzonderlijk de maanswerking worden vastgesteld maar combinaties van 3 tot 3 uren zullen reeds na een 6 tal jaren mogelijk zijn en zijn zonder veel moeite uit de aangelegde staten af te leiden.

Ik stel mij voor binnen korten tijd op deze quaestie terug te komen en dan ook voor de beide andere elementen, de horizontale en vertikale componenten der kracht, waarvoor deze merkwaardige invloed der dagtijden nog niet is onderzocht, de uitkomsten van het onderzoek te kunnen samenstellen.

Hier moge alleen de opmerking eene plaats vinden dat uit Tabel IV blijkt dat geen invloed van temperatuur de oorzaak dezer werking kan zijn omdat, in dat geval, niet tusschen de tweede en vierde dagtijden, maar tusschen de eerste en tweede het grootste verschil zou gevonden zijn en omdat bezwaarlijk omstreeks zons op- en ondergang de amplitude van gelijke grootte zou kunnen zijn.

Bleek reeds uit Tabel II hoe weinig de berekende ge-

middelde variatie geschikt was eene voorstelling te geven van hetgeen werkelijk geschiedt, uit Tabel IV blijkt dit nog in veel sterker mate; want overeenkomstig deze Tabel zal voor elken maansleeftijd eene afzonderlijke kromme geldig zijn omdat voor iederen leeftijd een verschillend dag-uur met hetzelfde maansuur samenvalt, en deze zal volstrekt niet den vorm eener regelmatige sinusoïde aannemen.

De werkelijk voorkomende amplitude der dubbele beweging is, zooals boven werd aangetoond 0'.222, gemiddeld voor alle maanden van zuidelijke zonsdeclinatie, dus zeker aanmerkelijk grooter in December: gedurende de daguren is de beweging

$$\frac{0.258}{0.117} = 2.205$$

malen grooter dan de gemiddelde en te 12 uur stellig nog grooter zoodat op den middag gedurende de maand December als de maan nieuw is, afwijkingen zullen voorkomen die veel grooter zullen zijn dan

$$0.222 \times 2.205 = 0'.490.$$

Bedenken wij hierbij dat alle verhoudingen uit gemiddelden zijn berekend en dat voor individueele afwijkingen noodzakelijk groote slingeringen zullen voorkomen, dan blijkt hieruit ten duidelijkste dat amplituden, grooter dan een halve minuut en dus verschillen veel grooter dan eene minuut boogs door de maan veroorzaakt volstrekt niet tot de zeldzaamheden zullen behooren. De werkelijk voorkomende deviaties zijn dus, zooals in den aanvang werd opgemerkt, niet klein, maar van dezelfde orde als die door de zon veroorzaakt, en kon men voor zonnewerking beschutten dan zou reeds één dag duidelijk deze maansbeweging aantoonen.

§ 4. Eene quaestie welke zich hier terstond bij aansluit is die van den invloed der maansdeclinatie op dit verschijnsel van dagelijksche beweging. Ook deze vraag kan wederom niet geheel zuiver behandeld worden omdat hier evenzeer gemiddelden een onzuiver resultaat leveren.

De dubbele periode toch komt alleen voor gedurende de de maanden September tot Maart. Gedurende dien tijd valt echter eene groote zuidelijke maansdeclinatie noodzakelijk altijd samen met nieuwe maan en de noordelijkste maansdeclinatie met volle maan, zoodat ook hier feitelijk een invloed der phasen op de dagelijksche variatie mogelijk blijft. Uit het bovenstaande is echter gebleken dat, in elk geval, deze invloed niet groot kan zijn; neemt men dus dezen invloed als nul aan dan kan de Tabel V een beeld geven van den invloed der maansdeclinatie op het verschijnsel.

TABEL V.

Maansdeclinatie.	Aantal maans-dagen.	
20°–28° Noord.	330	$0'.072\ sin.(\theta + 312°) + 0.071\ sin.(2\theta + 281°)$
12 –20 "	385	$0.043\ sin.(\theta + 352) + 0.123\ sin.(2\theta + 259)$
4 –12 "	272	$0.046\ sin.(\theta + 323) + 0.108\ sin.(2\theta + 260)$
4 Noord–4 Zuid.	258	$0.047\ sin.(\theta + 324) + 0.094\ sin.(2\theta + 248)$
4 –12 "	269	$0.044\ sin.(\theta + 305) + 0.170\ sin.(2\theta + 257)$
12 –20 "	393	$0.062\ sin.(\theta + 299) + 0.122\ sin.(2\theta + 265)$
20 –28 "	313	$0.061\ sin.(\theta + 274) + 0.128\ sin.(2\theta + 263)$
0°–28 "	1107	$0.052\ sin.(\theta + 296) + 0.133\ sin.(2\theta + 263)$
0°–28 "	1113	$0.050\ sin.(\theta + 329) + 0.098\ sin.(2\theta + 262)$

Ook hier zijn wederom alle amplituden der dubbele periode de helft te klein omdat over 't geheele jaar is gemiddeld, terwijl alleen gedurende een half jaar de periode voorkomt. Het resultaat spreekt overigens duidelijker uit de Bataviasche observaties dan uit die van Bombay, Trevandrum en Melbourne, de eenige plaatsen waar dit onderzoek is ingesteld; de enkele periode verandert weinig of niet, de dubbele is grooter bij zuidelijke dan bij noordelijke maansdeclinatie en bereikt een maximum als de maansdeclinatie ongeveer gelijk is aan de breedte waarop Batavia gelegen is. Ook bij groote noordelijke maansdeclinatie wordt een maximum waargenomen, 't geen echter door de nieuwe serie waarnemingen bevestigd zal moeten worden alvorens het als bewezen feit kan aan-

genomen worden. Ook de tijd waarop de grootste afwijking voorkomt ondergaat eene geringe verandering bij de dubbele periode; deze tijden zijn voor de zuidelijke maansdeclinatie van 0, 8, 16 en 24 graden:

$$0^u—44^m,\ 0^u—27^m,\ 0^u—9^m \text{ en } 0^u—14^m$$

en voor de enkele periode:

$$19^u—42^m,\ 21^u—38^m,\ 22^u—6^m \text{ en } 23^u—45^m.$$

Hoe zuidelijker de maansdeclinatie des te meer naderen dus voor beide perioden de tijden der grootste afwijkingen tot de oogenblikken van doorgang door den meridiaan.

Ook hieruit volgt wederom dat de werkelijk voorkomende afwijkingen veel grooter kunnen zijn dan de gemiddelde; wij vinden toch, als de maansdeclinatie ongeveer acht graden Zuid bedraagt voor eene afwijking die in December op den middag zal voorkomen

$$\pm\ 0'.490 \times \frac{0'.170}{0'.117} = \pm\ 0'.710.$$

Houdt men hierbij in het oog dat de berekening dezer groote amplitude op gemiddelden steunt en dus volstrekt geen maximumwaarde voorstelt, dan is de vraag gewettigd of afwijkingen, welke tot nu als storingen werden beschouwd, d. i. als bewegingen van groote amplitude die niet aan bekende periodieke oorzaken gebonden zijn, maar op onregelmatige tijden voorkomen, niet, gedeeltelijk althans, aan groote maanswerkingen moeten toegeschreven worden. Dezelfde quaestie of de gevonden storingen nog in eenig verband staan tot de maansbeweging verkrijgt urgentie door een probleem van geheel anderen aard dat tot nu nog niet is opgelost *).

---

*) *Second Report of the Committee to the British Association in comparing and reducing magnetic observations,* 1886.

§ 5. Van St. Helena, Toronto, de Kaap en Hobarton nl. is door Generaal SABINE deze dagelijksche variatie door de maan veroorzaakt, berekend. Alle deze resultaten geven eenstemmig aan dat deze variaties *niet* als de overeenkomstige door de zon veroorzaakte variaties, met het aantal zonnevlekken in amplitude veranderen.

Evenmin vindt CHAMBERS in Bombay een spoor van verandering gedurende den zonnevlekken-cyclus. BROUN echter te Trevandrum vond eene zeer duidelijke verandering met de zonnevlekken en eveneens kan te Batavia een invloed van den toestand der zon geconstateerd worden, zij het dan ook in mindere mate dan te Trevandrum.

Ik heb, ten einde dezen invloed duidelijk te doen uitkomen de dubbele periode berekend voor telkens twee jaren en op deze variaties de BESSEL'sche formulen toegepast.

TABEL VI.

	Variatie maansdag.		Zonne vlekken.	Variatie zonnedag.	Aantal storingen.
Juli 1867–Juli 1869	0'.116	*sin.* $(2\theta + 260°)$	38.3	1'.45	103.6
„ 1868– „ 1870	0.121	*sin.* $(2\theta + 259)$	82.8	1.81	144.8
„ 1869– „ 1871	0.127	*sin.* $(2\theta + 261)$	119.0	2.04	151.9
„ 1872– „ 1874	0.107	*sin.* $(2\theta + 266)$	71.0	1.30	132.3
„ 1873– „ 1875	0.109	*sin.* $(2\theta + 281)$	41.6	1.08	121.4

Zooals uit dit overzicht blijkt komt het jaar waarin de zonnevlekken het menigvuldigst voorkomen ook overeen met dat waarin de amplitude der mogelijke variatie op een maansdag de grootste is, te gelijkertijd met de grootste dagelijksche beweging door de zon veroorzaakt en met de som der storingen, echter in veel mindere mate dan het geval is met deze beide laatste verschijnselen. Te Trevandrum is het verschil grooter; de verhouding der amplituden gedurende de jaren 1858—1862, toen de zonnevlekken een maximum vertoonden, en gedurende de jaren 1854—1857,

1863 en 1864, toen de zon zich in een tijdperk van rust bevond, is 1.25.

Dit verschil in uitkomsten kan alleen te wijten zijn aan verschillende wijzen van bewerking; inderdaad bestaat er zulk een verschil; bij alle berekeningen nl. van maansinvloed heeft SABINE, en op diens voetspoor CHAMBERS, de storingen, dat zijn de afwijkingen van de individueele waarnemingen van de maand-gemiddelden voor hetzelfde uur, als deze een aangenomen grens in grootte overtreffen, van de berekening uitgesloten.

Te Batavia en te Trevandrum hebben echter BERGSMA en BROUN de storingen voor dit onderzoek niet ter zijde gesteld, zoodat hierin het gevonden verschil moet gelegen zijn, en de storingen noodzakelijk afhankelijk moeten blijken van maansinvloed.

§ 6. Langs twee van elkander onafhankelijke wegen komen wij dus tot het a priori zeker niet te verwachten resultaat dat eene rangschikking der storingen volgens maansuren een zeker verband tusschen die storingen en de maansbeweging zal leeren kennen.

Noch door SABINE en BROUN, noch door CHAMBERS zijn echter de storingen afzonderlijk gepubliceerd, zoodat de hiervoor noodige berekeningen alleen voor Batavia konden verricht worden. De Tabel VII geeft het resultaat van de rangschikking volgens maansuren van alle afwijkingen grooter dan 1'.44, volgens de SABINE'sche methode berekend. De deviaties in de kolom die dagelijksche variatie tot hoofd heeft, zijn verkregen door het verschil van de sommen der storingen te deelen door het correspondeerend aantal malen en daarna de sommen der positieve en negatieve afwijkingen gelijk te maken door aftrekking van het verschil gedeeld door vier-en-twintig.

TABEL VII.

STORINGEN DER DECLINATIE, GERANGSCHIKT VOLGENS MAANSUREN.

	Zonsdecl. Noord.				Zonsdeel. Zuid.			
		Som		Dagel.		Som		Dagel.
	Aantal.	West. +	Oost. —	variatie.	Aantal.	West. +	Oost. —	variatie.
0	72	42'.5	94'.2	— 0'.48	108	39'.3	183'.0	— 1'.31
1	81	58.2	93.9	— 0.20	100	28.3	176.4	— 1.46
2	71	50.9	84.5	— 0.23	99	52.9	142.4	— 0.88
3	78	56.1	92.6	— 0.23	109	97.6	124.0	— 0.22
4	71	53.6	85.5	— 0.21	116	145.8	94.7	+ 0.46
5	74	63.9	79.8	+ 0.03	132	210.1	55.1	+ 1.20
6	78	72.9	82.6	+ 0.12	126	216.2	32.5	+ 1.48
7	82	87.8	75.4	+ 0.39	127	209.4	39.9	+ 1.35
8	74	78.7	64.3	+ 0.43	116	174.0	57.9	+ 1.02
9	79	72.3	74.4	+ 0.21	100	109.8	86.1	+ 0.26
10	75	53.9	87.5	— 0.21	107	83.4	128.3	— 0.40
11	70	59.8	74.4	+ 0.03	114	61.3	154.4	— 0.80
12	87	77.8	88.3	+ 0.12	115	46.5	177.1	— 1.12
13	88	71.3	95.5	— 0.04	122	55.3	175.8	— 0.97
14	74	60.5	84.2	— 0.08	111	65.9	154.6	— 0.78
15	91	89.3	82.9	+ 0.31	88	70.7	102.1	— 0.34
16	75	75.5	72.5	+ 0.28	102	133.8	70.5	+ 0.64
17	68	70.7	64.6	+ 0.33	101	152.3	52.3	+ 1.01
18	72	66.9	80.2	+ 0.06	100	158.1	51.5	+ 1.09
19	69	53.6	80.9	— 0.16	102	154.1	58.8	+ 0.95
20	70	61.3	76.2	+ 0.03	103	135.5	66.9	+ 0.69
21	69	51.6	82.6	— 0.21	107	91.8	119.1	— 0.24
22	66	53.7	73.9	— 0.07	109	72.2	147.2	— 0.67
23	73	50.2	87.8	— 0.28	110	49.2	168.6	— 1.07
	1807	1533.0	1958.7		2624	2613.5	2619.2	

Voor dezen aldus verkregen dagelijkschen gang door de maan veroorzaakt zijn wederom de BESSEL'sche formulen berekend en daar de formulen bekend zijn berekend uit *alle* observaties, gestoorde en ongestoorde samen en tevens het aantal maansdagen, waaruit zij zijn afgeleid, is het gemakkelijk te berekenen hoe de formulen zouden geweest zijn indien de storingen, als bij de berekeningen van SABINE en CHAMBERS, van de rekening uitgesloten waren geweest.

TABEL VIII.

Zonsdeclinatie Noord.		Aantal maansdagen.
Alle Observaties	$0'.065 \sin.(\theta + 290°) + 0'.015 \sin.(2\theta + 253)$	1143
Storingen alleen	$0.200 \sin.(\theta + 271) + 0.170 \sin.(2\theta + 264)$	75
Zonder storingen	$0.052 \quad 0.004$	
Zonsdeclinatie Zuid.		
Alle Observaties	$0'.043 \sin.(\theta + 341°) + 0'.222 \sin.(2\theta + 263)$	1112
Storingen alleen	$0.200 \sin.(\theta + 310) + 1.290 \sin.(2\theta + 263)$	109
Zonder storingen	$0.023 \quad 0.093$	

De wijze waarop deze correctie voor storingen is toegepast wordt duidelijk door de volgende vergelijking

$$\frac{0'.222 \times 1112 - 1'.290 \times 109}{1112} = 0'.093.$$

Hieruit blijkt nu ten duidelijkste welk een grooten invloed de aanwezigheid der storingen in de berekening op het resultaat heeft gehad: dat derhalve de uitkomsten van Bombay en Trevandrum volstrekt onvergelijkbaar met elkander moeten zijn, en eveneens: dat hierin de oorzaak moet gelegen zijn van het feit dat te Trevandrum en Batavia wél, voor alle overige plaatsen geen verband is gevonden tusschen zonnevlekken en dagelijksche variatie door maansbeweging in het leven geroepen.

De vraag of dit verband al dan niet bestaat moet dus vervangen worden door de quaestie: moeten de storingen bij berekening van maansinvloed van de berekening worden buitengesloten, en dit probleem kan eerst opgelost worden

indien is uitgemaakt of de gevonden groote afwijkingen die als storingen werden beschouwd wel alle als zoodanig mogen worden aangemerkt en of niet vele dier afwijkingen groote, maar regelmatig terugkomende, normale bewegingen zijn door de maan veroorzaakt. Het zou toch niet onmogelijk zijn dat storingen niet veroorzaakt werden door min of meer plotseling aangrijpende krachten maar dat op zekere tijden het evenwicht der aardmagnetische krachten min of meer labiel werd; in dat geval zou eene kracht uitgaande van de maan, niet grooter dan gewoonlijk, eene buitengewoon groote afwijking te weeg kunnen brengen die geheel en al het karakter zou dragen van buitengewoon grooten maansinvloed. Reeds een veertigtal jaren geleden werd door AIRY de meening geopperd dat vele storingen op deze wijze minder aan van buiten ingrijpende krachten dan aan ontstaan van labiel evenwicht binnen de aarde hun oorsprong te danken hadden. Ware dit echter het geval dan zou ook de gewone dagelijksche variatie door de zon veroorzaakt voor de storingen afzonderlijk buitengewoon groot moeten zijn, evenals hier werd gevonden voor de variaties gedurende een maansdag; uit de Tabel 264 in Deel III der *Observations* waar de dagelijksche variatie wordt gegeven na eliminatie der storingen blijkt echter dat deze hypothese niet den toets der feiten kan doorstaan.

Ook de Tabel VII geeft hier omtrent nog weinig licht. In de eerste plaats blijkt uit deze Tabel dat de positieve en negatieve storingen niet gelijkmatig over de maansuren zijn verbreid, maar dat op de uren waarop de maanskracht oostelijk van richting is, de oostelijke, als de maanskracht westelijk gericht is, de westelijke afwijkingen de overhand hebben. Deze werking laat zich dus het best verklaren door aan te nemen dat deze afwijkingen werkelijk in normale, maar groote maanswerkingen haar oorsprong hebben, en in het feit dat de aard der afwijkingen voor noordelijke en zuidelijke zonsdeclinatie volkomen overeenstemt met de dagelijksche variatie uit alle observaties berekend, vindt deze onderstelling grooten steun.

Bestond nu deze maansinvloed alleen, dan zouden deze

maansafwijkingen eenvoudig bij de overige storingen gevoegd zijn en men zou ook noodzakelijk voor de uren van grootste deviatie: 0, 6, 12 en 18 ook een grooter *aantal* afwijkingen moeten vinden benevens eene grootere totaalsom, zoodanig dat, na correctie voor den gevonden dagelijkschen gang, er voor elk maansuur een ongeveer gelijk getal en eene ongeveer gelijke som van positieve en negatieve storingen overbleef. Dit is echter niet het geval; indien men de gemiddelde dagelijksche variaties, zooals deze in de laatste kolom der Tabel VII is gegeven, vermenigvuldigt met het aantal malen en aftrekt van de sommen der storingen dan blijven de volgende sommen over:

TABEL IX.

Maans-uur.		Maans-uur.		Maans-uur.		Maans-uur.	
0	80'.8	6	62'.2	12	94'.8	18	100'.6
1	58.7	7	77.8	13	112.8	19	116.0
2	108.2	8	113.6	14	133.9	20	131.3
3	197.6	9	169.9	15	142.9	21	185.2
4	187.1	10	168.9	16	139.0	22	146.4
5	106.8	11	124.5	17	102.6	23	100.1
						Som.	2961.7

Hieruit blijkt dat er behalve een invloed der maansuren, die op de teekens der afwijkingen influenceert en die geheel overeenkomt met den gemiddelden maansinvloed, nog eene tweede werking bestaat, die niet op de teekens maar wel op het aantal en dus ook op de som der afwijkingen haar invloed doet gelden en welke eene sterke vierdubbele periode vertoont, met grootste afwijkingen op de uren 3, 9, 15 en 21. Hoe vreemd eene dergelijk sterk uitgedrukte vierdubbele periode ook moge schijnen, voorloopig moet zij als een feit worden aangenomen, dat misschien later eene natuurlijke verklaring zal vinden.

Ook hier is de periode alleen duidelijk gedurende de maanden van zuidelijke zonsdeclinatie. Bij deze feiten moet niet uit het oog worden verloren dat de storingen voorna-

melijk gedurende de daguren voorkomen (ruim 50 procent van 9 v. m.—3 n. m.) en dat derhalve eene rangschikking volgens maansuren die volgens maansleeftijd steeds met zich voert. Het zou dus kunnen zijn dat inderdaad bij de storingen normale afwijkingen op den maansuurhoek zijn opgenomen en dat bovendien de grootte en het aantal der storingen van den *maansleeftijd* afhankelijk waren. Deze opmerking was te meer noodzakelijk omdat in den laatsten tijd door Engelsche geleerden een verband werd gevonden tusschen maansleeftijd en storingen *); uit het bovenstaande volgt dat een dergelijk resultaat steeds omtrent de oorzaak in het onzekere zal laten, omdat het onmogelijk is te bepalen of maansuurhoek of maansleeftijd hier als onafhankelijk veranderlijke moet aangenomen worden. In elk geval blijft het onverklaarbaar waarom de beide maanswerkingen in Tabellen VII en IX aangetoond elkander zoo juist compenseeren, want indien men in de Tabel VII de totaalsommen neemt van oostelijke en westelijke storingen, zoo verdwijnt alle spoor van maansinvloed, zooals ook bij het aantal malen het geval is waar de positieve en negatieve niet gescheiden zijn.

Voor het onderzoek naar dagelijksche variatie door de maan veroorzaakt, blijft echter het in Tabel VII aangetoonde feit van kracht, welke ook de beteekenis zij die men aan den tweeden gevonden invloed van Tabel IX wil hechten; het feit blijft bestaan dat, onafhankelijk van alle verklaring, deze dagelijksche variatie veel grooter is als de storingen mede worden geteld dan wanneer zij afzonderlijk gehouden worden, en de vraag moet derhalve worden gesteld of de aangetoonde afhankelijkheid van de dagelijksche variatie door de maan veroorzaakt van zonsdeclinatie en dagtijden, ook van kracht blijft na eliminatie der storingen.

§ 7. De eerste vraag wordt in bevestigenden zin beantwoord door de Tabel VIII, waaruit blijkt dat, ook na weg-

*) *Second Report of the Committee on comparing and reducing magnetic observations*, page 13. Note VI.

lating der storingen, de dubbele periode nog overheerschend blijft, als de zonsdeclinatie zuidelijk is terwijl, omgekeerd, de enkele periode 't grootst is bij noordelijke zonsdeclinatie. Ook de invloed der dagtijden blijft, na correctie voor storingen van denzelfden aard maar vermindert sterk in intensiteit omdat het grootste gedeelte der storingen op de daguren voorkomt.

De Tabel X geeft de uitkomst der berekening van de dubbele periode alleen, omdat deze de belangrijkste is.

TABEL X.

	Aantal maansdagen.	Amplitude alle observ.	Aantal storingen Procentsgewijs.	Aantal maansdagen storingen.	Amplitude zonder storingen.
3 v. m.— 9 v. m.	558	0'.122	26.3	48	0'.048
9 v. m.—3 n. m.	558	0.258	50.3	93	0.118
3 n. m. — 9 n. m.	557	0.108	17.7	33	0.058
9 n. m.—3 v. m.	548	0.028	5.7	10	0.013
				184	

Daar 0'.843 de gemiddelde amplitude is uit alle 184 maansdagen der storingen afgeleid, werd de wijze van berekening van de amplituden der laatste kolom aldus:

$$\frac{0'.122 \times 558 - 0'.843 \times 48}{558} = 0'.048.$$

De eigenaardigheden der beweging door de maan veroorzaakt blijven dus dezelfde, ook na eliminatie der storingen, behalve de verandering met de zonnevlekken. Omgekeerd kan nu ook de vraag gesteld worden of de wetten, waaraan de storingen zelve zijn onderworpen, al dan niet dezelfde blijven na eliminatie van den maansinvloed. Volgens het hierboven aangevoerde toch is een deel der tot nu als storingen aangemerkte afwijkingen aan normalen maansinvloed te wijten en wordt dus ten onrechte gerekend tot de storingen te behooren.

§ 8. De waarnemingen zijn te Batavia nog niet lang

genoeg voortgezet om in alle bijzonderheden deze quaestie te onderzoeken, slechts één punt, maar een van groot belang en wel geschikt om aan te toonen dat de maanswerking bij alle problemen van het aardmagnetisme dient in rekening gebracht te worden, kan hier behandeld worden.

Uit Tabel VII blijkt, hetgeen ook voor andere tropische plaatsen is gevonden, dat de storingen der declinatie een scherp uitgesproken jaarlijksche variatie vertoonen; gedurende de maanden van zuidelijke zonsdeclinatie komen voor 2624 storingen tegen 1807 gedurende den overigen tijd van het jaar; in Tabel IX nu is aangetoond dat, als voor maansinvloed is gecorrigeerd, de som der overblijvende storingen bedraagt 2961.7 minuten boogs; past men dezelfde correctie toe op de sommen der storingen gedurende de maanden April tot September, dan vindt men voor die maanden de som 3123.5 minuten boogs. Hieruit volgt dus dat inderdaad hier de maan de oorzaak was van eene schijnbare jaarlijksche variatie, eene variatie die, om hare grootte, tot de minst betwijfelbare werd gerekend.

Het zal later, indien de volledige observaties der drie elementen volgens maansuren zijn gerangschikt en systematisch de uitkomsten met en zonder storingen zijn berekend, waarschijnlijk mogelijk zijn nader toe te lichten wat nu nog onduidelijk schijnt; in elk geval moge uit het hier aangetoonde blijken dat de maansinvloed niet altijd klein is maar onder gunstige omstandigheden zulk eene werking kan uitoefenen dat de studie daarvan niet gemist kan worden zonder aan het gevaar bloot te stellen van verkeerde interpretatie van vele verschijnselen.

De conclusiën waartoe dit onderzoek heeft geleid hebben echter vooral daarom groote waarde, omdat zij den weg hebben aangewezen tot het aanbrengen van verscheidene verbeteringen in de methode van onderzoek van maansinvloed, welke wel is waar den arbeid vermeerderen maar dan ook de kans om tot bepaalde uitkomsten te komen aanmerkelijk doen toenemen.

Deze verbeteringen in methode welke voor de nieuwe reeks reeds zijn toegepast zijn:

1°. Dat elke maand afzonderlijk moet gehouden worden bij de berekeningen, zooals reeds door BROUN is ingezien.

2°. Dat alle berekeningen moeten gegeven worden met en zonder toevoeging der storingen, eene quaestie die hier van meer belang blijkt, dan bij den dagelijkschen zonsinvloed.

3°. Dat vorens de rangschikking volgens maansuren over te gaan niet alleen eene correctie voor dagelijkschen gang moet worden toegepast maar ook voor seculaire variatie en mogelijken invloed der maansphasen op de gemiddelde waarden.

Het is een niet gering voordeel van de methode tot het berekenen der storingen, welke in Deel VII voor Batavia werd toegepast, dat de afwijkingen, aldaar in de Tabellen D in extenso afgedrukt en welke nog allen maansinvloed moeten insluiten, reeds voor beide invloeden gecorrigeerd zijn.

4°. Dat ook voor elk zonsuur afzonderlijk de maansinvloed moet berekend worden, eveneens met en zonder storingen.

Batavia, Februari 1887.

RAPPORT

VAN DE

COMMISSIE VOOR DE GEOLOGISCHE KAART VAN NEDERLAND.

De Commissie, door de Koninklijke Akademie van Wetenschappen, Afdeeling Natuurkunde, benoemd in hare zitting van 27 November 1886, ten einde verslag uit te brengen over den brief van Z. E. den Minister van Binnenlandsche Zaken van 26 Mei 1886, waarin het advies der Afdeeling wordt gevraagd over het uitgeven eener op het standpunt der tegenwoordige wetenschap verbeterde geologische kaart van Nederland, heeft de eer het volgende mede te deelen.

De Minister herinnert aan een schrijven der Afdeeling van 7 Februari 1874, dus ruim 13 jaren geleden, waarin gewezen wordt op de wenschelijkheid om van de geologische kaart van STARING, die destijds bijna was uitverkocht, eene nieuwe uitgaaf te bezorgen, op groote schaal en met zoodanige verbeteringen, als de sedert gemaakte vorderingen in de kennis der gronden noodzakelijk maken.

Z. E. nu wenscht deze zaak opnieuw in overweging te nemen en onderricht te worden over de volgende vragen:

1°. Waarin de aan te brengen verbeteringen behooren te bestaan.

2°. Aan wie de bewerking ware toe te vertrouwen en op welke wijze zij kan geschieden.

3°. Op welke schaal de nieuwe kaart moet vervaardigd worden, met het oog zoowel op de voorhanden topographische kaarten als op de aansluiting met de kaarten van naburige Rijken.

4°. Welke kosten aan de onderneming verbonden zijn, en

5°. Hoeveel tijd daarmede gemoeid is.

Ten slotte verlangt de Minister een kritiesch overzicht van de methode en de uitkomsten der bewerking van de geologische kaarten van Duitschland en België.

Onze Commissie meent al dadelijk van het gevoelen der Akademie, in 1874 uitgesproken, te moeten verschillen, omdat zij eene verbeterde uitgaaf van de bestaande, nu geheel uitverkochte kaart ongeraden acht.

De vorderingen der wetenschap, de veranderde inzichten ten opzichte eener aan alle eischen beantwoordende geologische kaart, het voorbeeld op dat gebied door de aangrenzende landen gegeven enz., zijn de redenen waarom de samenstelling van eene *geheel nieuwe* kaart door haar met aandrang wordt aanbevolen.

Intusschen zal eene langdurige periode van voorbereiding moeten voorafgaan, alvorens tot het drukken en uitgeven der nieuwe geologische kaart kan worden overgegaan.

Wordt hiertoe besloten, dan blijft Nederland gedurende vele jaren verstoken van eene in menig opzicht bruikbare kaart, zooals die van Staring nog is — hetgeen ons aanleiding geeft om voor te stellen: de oude kaart terstond te herdrukken en in den handel te brengen. Hiermede gaan niet veel kosten gepaard, omdat de steenen der verschillende bladen nog aanwezig zijn.

Wij bevelen dien maatregel aan in de vooronderstelling dat de Regeering, wanneer Zij daartoe overgaat, geenszins zal afzien van het uitgeven eener geheel nieuwe kaart, die wij noodzakelijk achten op de volgende gronden:

Vooreerst kan het wenschelijk zijn, dat de schaal gewijzigd worde.

De oude geologische kaart is 1 op 200,000, terwijl de 62 bladen der topographische kaart, die nu geheel afgewerkt is, vervaardigd zijn op de schaal van 1 op 50.000. De nieuwe geologische kaarten der aangrenzende landen zijn nog grooter: Pruisen 1 op 25.000, België zelfs 1 op 20.000. Doch die uitgebreide schaal wordt niet overal, zelfs niet in bergachtige streken noodig geacht. In Beieren b. v. worden de meeste bladen op de schaal 1 op 100.000 uitgegeven,

enkele op de schaal 1 op 50.000; in Zwitserland 1 op 100.000.

Staring zelf had, wat betreft het Hertogdom Limburg, de overtuiging, dat de schaal 1 op 200.000 te klein was. Dit blijkt uit § 15 van zijn »Overzigt van hetgeen er voor de geologie van Nederland verrigt is en nog te verrigten valt", zijnde een verslag dd. 20 October 1860 aan den toenmaligen Minister van Binnenlandsche Zaken en op diens last gedrukt. Hij verlangde voor dat geologisch zoo belangrijk gewest de schaal onzer topographische kaart 1 op 50.000.

In 1876, toen de Regeering ook deskundigen geraadpleegd had, werd de schaal 1 op 100.000 voorgesteld.

Het behoeft geen breedvoerig betoog, dat eene grootere schaal dan die onzer topographische kaart: 1 op 50.000, voor de beschrijving van Nederland's bodem geene aanbeveling verdient:

1°. Uit het oogpunt der kosten, daar de steenen van de topographische kaart alle voorhanden zijn en dus voor eene nieuwe geologische kaart wederom zouden kunnen dienen.

2°. Omdat het grootste gedeelte van ons vaderland, uit een geologisch oogpunt, eene betrekkelijk geringe verscheidenheid aanbiedt tegenover de sterk geaccidenteerde terreinen der naburen in het oosten en in het zuiden.

3°. Omdat het zeer moeilijk wezen zal ten opzichte van België en Pruisen eene bevredigende aansluiting van schaal te verkrijgen.

De geheele kaart van Nederland op de Pruisische schaal, zou 242, die op de Belgische schaal 377 bladen vereischen. Neemt men de schaal der topographische kaart tot grondslag en wil men voor de grensdistricten aansluiting van schaal zoeken, zoo komen 18 grensbladen dier kaart in aanmerking, waarvan eene dubbele uitgave op gewijzigde schaal zou moeten geschieden, ten oosten tweemaal (1 op 25.000), ten zuiden twee en een half maal grooter (1 op 20.000); dus ongeveer 80 nieuwe bladen, die aan de 62 bladen der bestaande topographische kaart waren toe te voegen.

Aan eene dergelijke uitbreiding valt niet te denken. Men bereikt daarmede toch geene doorloopende aansluiting, om-

dat de schalen der beide aangrenzende landen onderling verschillen, terwijl de kosten en de omslag, aan zoodanige onderneming verbonden, door niets zouden zijn gerechtvaardigd.

Naar onze meening zijn de bladen der bestaande topographische kaart als van zelf aangewezen voor de geologische opneming en het inteekenen der grenslijnen ten behoeve der nieuwe geologische kaart.

Wij wenschen echter vooralsnog in het midden te laten op welke schaal de nieuwe kaart ten slotte moet worden uitgegeven. Dit kan eerst beslist worden, wanneer het onderzoek in het veld en de daarmede verband houdende werkzaamheden tot op eene zekere hoogte gevorderd zijn.

Het zal dan blijken of de schaal van 1 op 50.000 voor de geheele kaart behouden moet worden, of alleen voor die grensdistricten, welke geologisch meer belangrijk en ingewikkeld zijn.

In de tweede plaats:

De kaart van Staring beantwoordt slechts ten deele aan hetgeen men tegenwoordig van eene geologische, tevens agronomische kaart verlangt. Zij geeft hoofdzakelijk een beeld der oppervlakten duidt de gesteldheid van den bodem, niet den betrekkelijken ouderdom der lagen en hare ligging ten opzichte van elkander aan. Er ontbreken profielen, d. w. z. verticale doorsneden van den bodem, waaruit met één oogopslag het onderling verband der verschillende lagen te zien is. Ook Staring heeft deze leemte erkend in § 16 van het reeds genoemde verslag, waar hij wijst op het zeer nuttig gebruik, dat hiertoe van eene menigte grondboringen en andere waarnemingen te maken is.

Elk blad der nieuwe kaart zal, ten behoeve van den ingenieur, agronoom enz., moeten voorzien zijn van graphische voorstellingen van ondiepe boringen, slechts tot enkele meters onder de oppervlakte voortgezet. Deze profielen moeten op den rand der kaart worden afgebeeld, terwijl in de kaart zelve verkorte opgaven met gekleurde letters en cijfers moeten voorkomen, die de plaats der boring en de opeenvolging der lagen uitdrukken. Deze doen aan het algemeen overzicht geen afbreuk en zijn van groot nut. Daaren-

boven zal het noodig zijn, op enkele bladen geologische doorsneden van meer omvang, wat betreft lengte en diepte, in kaart te brengen, ten einde het geologisch verband en de begrenzing der bodemlagen of formatiën tot klaarheid te brengen.

Het voorbeeld, door het buitenland gegeven, verdient zeer te worden nagevolgd. Als model zouden kunnen dienen de geognostisch-agronomische kaarten der omstreken van Berlijn en van Elzas-Lotharingen, die fraai zijn uitgevoerd en een groot aantal bijzonderheden bevatten, welke niet uitsluitend van wetenschappelijk, maar ook van praktisch belang zijn.

Eindelijk in de derde plaats:

Vele begrenzingslijnen der verschillende formatiën op de kaart van STARING zijn *onzeker*: een feit, ten deele te verklaren door het niet geheel gereed zijn der topographische kaart, ten tijde dat STARING daarop zijne aanteekeningen maakte, en andersdeels te wijten aan opvattingen, die op het tegenwoordige standpunt der wetenschap niet meer kunnen worden vastgehouden. De indeeling en de grenzen van het diluvium eischen noodwendig een hernieuwd onderzoek. Ook is het noodig, dat de determinatiën der versteeningen en gesteenten in de verzameling van STARING naar den tegenwoordigen stand der wetenschap worden herzien en verbeterd. Bovendien zijn de voorhanden voorwerpen grootendeels van de oppervlakkige lagen afkomstig, tot de studie waarvan STARING zich hoofdzakelijk bepaalde, en bij vele ontbreekt de nauwkeurige opgaaf der vindplaats. Het is dus ten hoogste wenschelijk en noodig, dat de verzameling rijkelijk worde uitgebreid en aangevuld.

Na de hierboven geleverde beschouwing is het niet twijfelachtig, dat eene geheel nieuwe kaart voor Nederland wenschelijk is.

Aan wie zal evenwel hare bewerking worden opgedragen en op welke wijze zal ze geschieden?

Het antwoord op deze tweeledige vraag werd door ons ernstig overwogen. Met de methode van bewerking, die wij

aanbevelen, houdt natuurlijk de keuze van personen, die wij daartoe geschikt achten, een noodzakelijk verband.

Het behoeft geene breedvoerige toelichting, dat men niet onmiddellijk zal kunnen overgaan tot het maken der geologische kaart. Er zal eene reeks van jaren moeten voorafgaan, waarin men zich onledig houdt met het rangschikken, verwerken en beschrijven van het voorhanden en nog te verzamelen materiaal. De verzameling van STARING ligt nog gedeeltelijk onbewerkt. Hetgeen na 1860 in Nederland is verricht en een nader inzicht geven kan omtrent de geologische en agronomische gesteldheid van onzen bodem, bijv. boringen, waarvan enkele tot groote diepte, doorsneden tengevolge van het aanleggen van spoorwegen of het graven van kanalen, een groot aantal versteeningen en gesteenten uit verschillende lagen opgedolven, verhandelingen van deskundigen hier te lande; dat alles zal moeten worden bijeengebracht en kritiesch bewerkt.

De plaats waar dat geschieden moet — de zetel van het geologisch onderzoek voor Nederland — zal, naar onze meening, *Leiden* moeten wezen, in welks geologisch museum de verzameling van STARING en zoovele andere voorwerpen, belangrijk voor de kennis van onzen bodem, worden bewaard.

Doch dat museum is te klein; daar kan geene centrale werkplaats voor de nieuwe geologische kaart worden ingericht. Men zal naar eene andere localiteit te Leiden moeten omzien, en een geschikt gebouw aankoopen of huren.

Om die nieuwe inrichting te onderhouden en daarin het omvangrijke materiaal, dat reeds aanwezig is en allengs zal verzameld worden, te ordenen en te beschrijven, dient een deskundige als conservator te worden aangesteld.

Behalve de werkzaamheid in het geologisch bureau te Leiden, heeft men in de periode van voorbereiding daarenboven het *onderzoek in 't veld*, het verzamelen van gegevens op het terrein zelf. Hiermede mogen een drietal deskundigen: twee geologen en één agronoom, belast worden. Wij stellen *twee* veldgeologen voor, omdat het te veel tijd zou vorderen, wanneer de arbeid op het terrein aan slechts één persoon werd opgedragen.

Deze nemen de geologische grenzen op, verzamelen alles wat voor de kennis der lagen van belang is: gronden, gesteenten, versteeningen enz., en zenden die bouwstoffen op naar het centrale bureau te Leiden. Zij brengen hunne bevindingen in kaart en lichten die door verhandelingen toe, welke door de Commissie of door het hoofd van het geologisch onderzoek worden nagezien. De wetenschappelijke mannen, die hetzij als leden van eene geologische Commissie (waarover straks), hetzij op andere wijze aan den arbeid hunne medewerking verleenen, zullen de petrographische, palaeontologische en agronomische onderzoekingen moeten uitvoeren, welke door de veldgeologen niet kunnen worden verricht. Al wat betrekking heeft op de nieuw uit te geven kaart, kan in het licht verschijnen als eene voortzetting van de in 1853/54 uitgegeven verhandelingen der vroegere geologische Commissie.

En heeft men eenmaal door dien arbeid een volledig overzicht en grondige kennis verkregen, dan is het oogenblik aangebroken om de hand te slaan aan het vervaardigen van de definitieve geologische kaart zelve, die door de leidende personen worde samengesteld en van lieverlede in den vorm van afzonderlijke bladen afgedrukt en uitgegeven.

De vraag is nu, wie zal de leiding van de geheele zaak op zich nemen, wie zal den door ons geschetsten geologischen dienst organiseeren en zijne werkzaamheid regelen?

Men kan een en ander opdragen:

1°. Aan één deskundige, die zelfstandig optreedt.

2°. Aan eene Commissie, waarvan elk lid daarenboven zijn afzonderlijken werkkring heeft.

3°. Aan één deskundige, die de hoofdleiding op zich neemt, maar door eene Commissie gesteund wordt, waarvan elk lid wederom zijn afzonderlijken werkkring heeft.

Wij gelooven niet, dat in Nederland een geleerde te vinden is, die het werk geheel alleen zou willen of kunnen ondernemen, omdat hij al de eigenschappen van een geoloog, agronoom enz. in zich zou moeten vereenigen. Ook dienen verschillende op geologisch gebied te verrichten onderzoekingen aan specialiteiten te worden toevertrouwd, want van de veldgeologen, die reeds met praktische onderzoekingen en

daarmede in verband staande werkzaamheden overladen zijn, kan men redelijkerwijze niet vergen, dat zij ook voor dien bijzonderen arbeid berekend zijn. Verschillende personen zullen zich dus in het studeervertrek met zuiver wetenschappelijk werk moeten bezig houden. Eene doelmatige verdeeling van arbeid is derhalve noodzakelijk, en het in 't leven roepen eener Commissie van deskundigen geeft den besten waarborg, dat langs dien weg goede uitkomsten worden verkregen. Want op de welwillende medewerking van geologen, die niet rechtstreeks aan de zaak verbonden zijn, meenen wij niet te veel te mogen rekenen.

Wij achten het daarenboven raadzaam, dat in eene dergelijke Commissie een der leden de leiding der werkzaamheden op zich neme. De ervaring toch heeft geleerd, dat het ontbreken van een hoofd tot onaangename verhoudingen leidt en de goede zaak meer vertraagt dan bevordert.

Wij meenen dus de sub N^0. 3 genoemde regeling te moeten voorstellen, namelijk: één deskundige worde met de hoofdleiding belast, ter zijde gestaan door verschillende andere geleerden, met hem in Commissie vereenigd, die ieder in de door hunne studierichting aangewezen specialiteit onafhankelijk arbeiden. Het hoofd der Commissie belast zich met de administratieve en financiëele bemoeiingen, zoodat elke onnoodige omslag vermeden wordt.

Als leden van zoodanige Commissie bevelen wij inzonderheid aan de Hoogleeraren K. MARTIN, C. E. A. WICHMANN, F. J. P. VAN CALKER en, voor de leiding der agronomische onderzoekingen, J. M. VAN BEMMELEN. Als hoofd der Commissie komt o. i. in aanmerking de Hoogleeraar MARTIN te *Leiden*, waar het geologisch centraalbureau voor Nederland, naar ons voorstel, gevestigd worde.

Deze Commissie nu beschikt over een van Rijkswege verleend subsidie, benoemt het personeel, dat al de gegevens voor de geologische kaart verzamelen en ordenen zal, verdeelt en regelt hunne werkzaamheden, en controleert hunne bevindingen, zoo noodig, door persoonlijk onderzoek op het terrein.

Uit de eendrachtige samenwerking van al die werkkrachten, kan eene naar de eischen van den lateren tijd voldoende

kennis voortvloeien van Nederland's bodem en zijne wording, die ten slotte hare uitdrukking vindt in de nieuwe geologische kaart, waarvan de uitgaaf evenzoo door de Commissie bezorgd wordt.

Binnen hoeveel tijd zullen de voorbereidende werkzaamheden zijn afgeloopen en welke kosten zijn daaraan verbonden?

Deze vraag moeten wij nog ten slotte behandelen.

Op grond van het aantal bladen, dat ieder geoloog in 't veld per jaar zal kunnen afmaken, en met het oog op den meerderen arbeid, dien het onderzoek der grens-streken ten oosten en ten zuiden van ons vaderland, in verband tot de geologische gesteldheid van Pruisen en België, eischen zal, meenen wij de periode van voorbereiding niet korter te moeten aannemen, dan *twaalf* jaren.

De grenslijnen toch der formatiën af te bakenen, kost veel tijd, vooral in een land als Nederland, waar zoo weinig natuurlijke ontblootingen voor de opneming der profielen kunnen dienen.

De gelden die per jaar noodig zullen zijn, ramen wij als volgt:

Traktementen van den conservator en der drie onderzoekers in 't veld à *f* 1500 per hoofd, te zamen.	*f*	6000
Reis- en verblijfkosten van genoemde drie onderzoekers à *f* 5 per dag en per hoofd, over 300 dagen per jaar	»	4500 *)
Andere kosten op het terrein voor boringen, assistentie enz.	»	1200
Huur van een gebouw te Leiden ten behoeve der verzamelingen en andere kosten daaraan verbonden.	»	1000
Voor het uitgeven van verhandelingen en beschrijvingen gemiddeld per jaar.	»	1000
Dus te zamen	*f*	13700

*) Uit die som zouden ook de reis- en verblijfkosten der leden van de Commissie kunnen gevonden worden, want het is aan te nemen dat 300 dagen een maximum is, dat in de werkelijkheid niet zal worden bereikt.

Daarbij komt in het eerste jaar, als uitgaaf voor eens, de som van *f* 500 voor aankoop van de noodige boekwerken, kaarten enz.

Derhalve een bedrag van *f* 14000 (rond cijfer) dat jaarlijks aan de geologische Commissie zou moeten worden verstrekt, en waaruit al de kosten van het twaalfjarig geologisch onderzoek worden voldaan.

Aan het hoofd der Commissie moet, naar onze meening, opgedragen worden om jaarlijks aan den minister een verslag uit te brengen over de vorderingen der werkzaamheden, rekening en verantwoording van de besteede gelden af te leggen en nadere voorstellen te doen, wanneer deze voor den goeden gang der zaken noodig zijn.

Daarna zal de nieuwe geologische kaart in losse bladen of in afleveringen, die kleine groepen van bij elkander behoorende bladen omvatten — elk blad of elke aflevering vergezeld van de noodige uitlegging of toelichting, in den geest der »Erlaüterungen" bij de bladen van de Pruisische kaart — van Rijkswege door het topographisch bureau moeten worden uitgegeven. Deze uitgave kan dan zonder verdere vertraging plaats hebben.

Ziedaar nu in breede trekken de onderneming geschetst, die wij noodig achten tot verwezenlijking van het goede doel, dat de Regeering, blijkens haar schrijven van 26 Mei 1886, schijnt voor oogen te hebben.

Mocht Zij evenwel, onverhoopt, afgeschrikt worden door den duur en de kosten, die wij aan het tot stand komen van eene goede geologische kaart verbonden achten — zoodat voorloopig van de geheele zaak wordt afgezien — dan geven wij in overweging aan de Regeering voor te stellen: althans een deel van het door ons ontworpen programma te doen uitvoeren.

Wij bedoelen de inrichting eener geschikte localiteit, waarin al de verzamelingen en merkwaardigheden, die betrekking hebben op den bodem van Nederland, overgebracht en door een conservator worden gerangschikt, gecatalogiseerd en voor de publicatie voorbereid — dus het in 't le-

ven roepen van een permanent geologisch bureau, dat ook de vruchten van toekomstige nasporingen en onderzoekingen in zich opneemt en verwerkt.

Behalve eene bezoldiging voor den conservator en de kosten, verbonden aan het bezit en de inrichting van een doelmatig gebouw, zal nog eene som, ongeveer *f* 1000 per jaar, benoodigd zijn om in allerlei uitgaven te voorzien, b. v. ten behoeve van kleine excursiën voor onderzoek in loco, aankoop van versteeningen, gesteenten, werktuigen en andere benoodigdheden.

Op deze wijze wordt een middelpunt verkregen, dat kan dienen, : zoowel als vraagbaak voor ingenieurs, landbouwers enz., die met de geologische gesteldheid van ons land te doen hebben, als voor het bijeenhouden en bewerken van alles, wat op geologisch gebied wordt verzameld. Veel materiaal en vele waarnemingen, die thans verloren gaan, zullen daardoor behouden blijven. Dat alles vormt dan zoovele bouwstoffen voor eene nieuwe geologische kaart, en zal hare uitvoering na verloop van tijd ongetwijfeld zeer bevorderen.

Wij eindigen ons verslag met de mededeeling van eenige bijzonderheden omtrent de nieuwe geologische kaarten van België en Pruisen.

In België zal de bekende kaart van DUMONT, 1836/54, schaal 1 op 160.000, binnen weinige jaren vervangen zijn door eene nieuwe kaart op de groote schaal van 1 op 20.000, waarvan een klein gedeelte reeds is uitgegeven. Deze zeer fraaie kaart zal uit 430 bladen bestaan. Het reliëf wordt door niveaulijnen aangeduid (van 5 tot 5 M., op den rechteroever der Maas van 10 tot 10 M.); vast gesteente wordt daarop aangewezen door donkere arceering, de ondergrond verder nog door boorpunten, die door verschillende gekleurde kringen omgeven zijn. Elk blad der kaart gaat vergezeld van een vrij uitvoerigen »texte explicatif," waarin o. a. de graphische voorstelling der boringen, en voor ieder blad drie doorloopende profielen te vinden zijn. Verhandelingen van grooteren omvang, op de kaart betrekking hebbende,

verschijnen in de »Annales" en in het »Bulletin du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique." De talrijke boringen worden deels op staanden voet door het opnemend personeel uitgevoerd, deels na voorafgaand overleg met den Directeur. De geheele onderneming is gecentraliseerd in het reeds genoemde »Musée royal" te Brussel, waar een »Service de la carte géologique de la Belgique" is ingericht met den Heer Ed. Dupont tot Directeur, bijgestaan door *drie* »conservateurs" en *elf* assistenten. Daarenboven bestaat er eene »Commission de contrôle de la carte géologique de la Belgique," uit vijf leden der Belgische Akademie van Wetenschappen samengesteld, onder voorzitterschap van den Heer J. S. Stas.

De »geologische Karte von Preussen und den Thüringischen Staaten," waarvan de eerste bladen in 1870 verschenen zijn, is eveneens eene speciale kaart op de schaal van 1 op 25000, zijnde die der kaart van den generalen Staf. Het aantal bladen wordt op 575 geraamd. Het reliëf wordt door niveaulijnen van 5 tot 5 M. en tevens door arceering aangeduid. Sommige bladen (omstreken van Berlijn, 27 bladen, en de kaart van Elzas-Lotharingen, die zich bij de Pruisische aansluit) geven in het belang van den landbouw de geaardheid der oppervlakte door letters aan, en bovendien hare verandering tot omstreeks 6 M. diepte. Elk blad der kaart gaat van eene »Erlaüterung" vergezeld, die minder uitvoerig is dan de »texte explicatif" der Belgische bladen. Beschrijvingen, rapporten enz., die niet voor de »Erlaüterungen" geschikt zijn, vinden plaatsing in het »Jahrbuch." Omvangrijke verhandelingen met tal van afbeeldingen, die soms afzonderlijke atlassen vormen, verschijnen onder den titel: »Abhandlungen zur geologischen Karte von Preussen und den Thüringischen Staaten."

Ongeveer een derde der kaart is uitgegeven, daaronder enkele bladen in duplo, met en zonder bovengrond.

De organisatie der grootsche onderneming is van geheel anderen aard dan in België; zij is doorgaans gedecentraliseerd. Aan het hoofd staan Prof. Beyrich en Bergrath Hauchecorne. Deze zorgen voor de administratie en voor eene uniforme bewerking en redactie.

Door den geoloog, die de sectie in kaart gebracht heeft, wordt de laatste herziening uitgevoerd, en daarna wordt het blad onder zijn naam gepubliceerd. In België moeten drie of vier geologen aan één blad samenwerken, omdat één deskundige ééne bepaalde formatie door het gansche land voor zijne rekening neemt.

Jaarlijks, bij gelegenheid der vergadering van de »Deutsche geologische Gesellschaft", heeft eene bijeenkomst der talrijke medewerkers plaats, waar de voltooide sectiën voorgelegd en besproken worden.

De verzamelingen, op de geologische kaart betrekking hebbende, zijn in het gebouw der Berg-Akademie te Berlijn gehuisvest. Aldaar bevinden zich ook het teekenbureau en het scheikundig laboratorium, het laatste onder de leiding van Prof. FINKENER.

Uit dit korte overzicht blijkt, hoe grondig het geologisch onderzoek in de naburige Rijken plaats vindt, hoe onbekrompen de daartoe noodige hulpmiddelen worden verstrekt, en welke schoone uitkomsten, in uitvoerige en doelmatige geologische kaarten neêrgelegd, het nog steeds voortdurend onderzoek oplevert.

Voor Nederland kan op minder weelderigen voet en met meer bescheiden hulpmiddelen hetzelfde doel bereikt worden. Maar voor de methoden van onderzoek en voor de uitvoering van het werk, verwijzen wij gaarne naar het voorbeeld, dat Pruisen en België geven.

Wanneer wij nu ten slotte onze voorstellen in 't kort samenvatten, dan komen zij hierop neder.

1°. De geologische kaart van STARING, die nog in vele opzichten bruikbaar is, worde terstond onveranderd herdrukt en in den handel gebracht, om in eene bestaande behoefte te voorzien.

2°. Het maken eener geheel nieuwe geognostisch-agronomische kaart, naar de eischen der tegenwoordige wetenschap, worde intusschen voorbereid. Hiertoe wordt een tijdsverloop van ten minste 12 jaren noodig geacht.

3°. De voorbereidende werkzaamheden zullen vereischen:

a. de oprichting van een geologisch bureau te Leiden, waaraan een conservator verbonden worde, ter verzameling van al de gegevens die voor het tot stand komen der nieuwe kaart noodig zijn;

b. de aanstelling van twee geologen en één agronoom, aan wie het onderzoek in 't veld worde opgedragen;

c. het in het leven roepen van eene geologische Commissie, waarvan het hoofd te Leiden woont en met de leiding der werkzaamheden worde belast, en

d. eene jaarlijksche uitgave van minstens *f* 14.000, over welke som genoemde Commissie bij wijze van subsidie beschikke.

4°. Voor de geologische opneming en de inteekening der grenslijnen worden de bladen gebezigd der nu geheel afgewerkte topographische kaart, waarvan de schaal is 1 op 50.000.

5°. Voor de definitieve geologische kaart, waarvan de publicatie onmiddellijk na afloop van het tijdvak van voorbereiding worde ter hand genomen, is eene grootere schaal dan 1 op 50.000 verwerpelijk. Het kan evenwel eerst later worden beslist, — nadat het onderzoek in 't veld tot op zekere hoogte gevorderd is — op welke schaal de bladen der nieuwe kaart moeten worden uitgegeven.

6°. De oprichting van een blijvend geologisch bureau te Leiden wordt wenschelijk geacht, al ziet de Regeering van het vervaardigen eener nieuwe geologische kaart, wegens de daaraan verbonden kosten of om andere redenen, af.

2 *April* 1887.

TH. H. BEHRENS, *Voorzitter.*
K. MARTIN.
G. VAN DIESEN.
J. M. VAN BEMMELEN.
A. D. VAN RIEMSDIJK, *Rapporteur.*

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Zaterdag 28 Mei 1887.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, SCHOLS, BOSSCHA, RAUWENHOFF, WEBER, VAN DORP, STOKVIS, GRINWIS, J. A. C. OUDEMANS, RIJKE, SCHOUTE, MAC GILLAVRY, ZEEMAN, PLACE, BRUTEL DE LA RIVIÈRE, FRANCHIMONT, MULDER, HOEK, FORSTER, HOFFMANN, BAEHR, ZAAIJER, SURINGAR, ENGELMANN, GUNNING, DONDERS, BIERENS DE HAAN, FÜRBRINGER, VAN DIESEN, TREUB, MARTIN, VAN RIEMSDIJK, VAN BEMMELEN, KORTEWEG, VAN DE SANDE BAKHUYZEN, LORENTZ, BEIJERINCK en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris; van de letterkundige Afdeeling de Heeren CAMPBELL en BOOT; voorts het correspondeerend lid: de Heer VAN DER BURG.

— Het Proces-Verbaal der vorige vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

— Wordt gelezen een schrijven van Z. E. den Minister van Binnenlandsche Zaken (16 Mei 1887), behelzend dat Z. M. de Koning de benoeming tot leden der Akademie heeft goedgekeurd van de Heeren Prof. Dr. M. WEBER en Dr. W. A. VAN DORP. — Voorts de brieven dezer beide Heeren, waarin zij te kennen geven, het hun aangeboden lidmaatschap, onder dankzegging voor de hun te beurt gevallen onderscheiding, te aanvaarden.

Op verzoek van den Voorzitter, worden de Heeren WEBER

en VAN DORP de vergadering binnengeleid door de Heeren FORSTER en SCHOUTE, en nemen zij zitting, na door den Voorzitter te zijn verwelkomd.

— Worden gelezen Brieven van Dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van de navolgenden:

1°. de gedeputeerde Staten van Friesland te Leeuwarden, 12 Mei 1887; 2°. W. TONCKENS JZN., Bibliothecaris der koloniale Bibliotheek te Paramaribo, 30 Maart 1887; 3°. TH. LEFÈVRE, Secretaris der Société royale malacologique de Belgique te Brussel, 29 April 1887; 4°. J. FRAIPONT, Secretaris der Société géologique de Belgique te Luik, 20 Mei 1887; 5°. P. J. VAN BENEDEN, Leuven, 28 April 1887; 6°. P. WILLEMS, Leuven, 14 Mei 1887; 7°. A. GONDRY, Secretaris van het Willems-Fonds te Gent, 30 April 1887; 8°. M. BERTHELOT, Parijs, 1887; 9°. den Ministre de l'Instruction publique et des beaux-Arts te Parijs, 29 April 1887; 10°. CH. SCHEFER, Administrateur der Ecole spéciale des langues orientales vivantes te Parijs, 6 Mei 1887; 11°. E. DESHAYE, Secretaris van het Musée Guimet te Parijs, 7 Mei 1887; 12°. CROIZIER, Voorzitter der Société Académique Indo-Chinoise de France te Parijs, 9 Mei 1887; 13°. L. DELISLE, Directeur der Bibliothèque nationale te Parijs, 11 Mei 1887; 14°. den Secretaris der Société des Sciences physiques et naturelles te Bordeaux, 1887; 15°. A. DURIEUX, Secretaris der Société d'Emulation te Cambrai, 7 Mei 1887; 16°. den Secretaris der Académie de Législation te Toulouse, 11 Mei 1887; 17°. AILLOUD, Bibliothecaris der Académie des Sciences, belles-Lettres et Arts de Savoie te Chambéry, 13 Mei 1887; 18°. L. GASTÉ, Secretaris der Académie des Sciences, Arts et belles-Lettres te Caen, 24 Mei 1887; 19°. L. DESCHAMPS, Secretaris der Société des Antiquaires de la Morinie te St. Omer, 1887; 20°. den Bibliothecaris der royal medical et chirurgical Society te Londen, 29 April 1887; 21°. J. A. GODLEY, Secretary of State for India te Londen, 4 Mei 1887; 22°. SIR WILLIAM THOMSON, Glasgow 2 Mei 1887; 23°. R. MC. LINTOCK, Bibliothecaris der literary and philosophical Society te Liverpool, 2 Mei 1887

24°. D. Stur, Directeur der k. k. geologischen Reichsanstalt te Weenen, 19 Juli 1886; 25°. den Secretaris van het historischer Verein für Steiermark te Graz, 25 Mei 1887; 26°. A. Auwers, Secretaris der kön. Akademie der Wissenschaften te Berlijn, 29 April 1887; 27°. H. Helmholtz, Berlijn, 1887; 28°. G. Limpricht, Bibliothecaris der schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur te Breslau, 18 Mei 1887; 29°. Förstemann, Archivaris der kön. sächsische Gesellschaft der Wissenschaften te Leipzig, 8 Mei 1887; 30°. H. L. Fleischer, Leipzig, 8 Mei 1887; 31°. B. Windscheid, Leipzig, 16 Mei 1887; 32°. K. Bardeleben, Secretaris der medicinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft te Jena, 7 Mei 1887; 33°. O. Büchner, Secretaris der oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde te Giessen, 5 Mei 1887; 34°. Schönwalder, Secretaris der oberlausitzische Gesellschaft der Wissenschaften te Görlitz, 26 Mei 1887; 35°. Schaarschmidt, Bibliothecaris der kön. Universitäts-Bibliothek te Bonn, 2 Mei 1887; 36°. Schaaffhausen, Secretaris van het Verein von Alterthumsfreunden te Bonn, 6 Mei 1887; 37°. Joh. Franck, Bonn, 2 Mei 1887; 38°. Pattenhausen, Secretaris van het Verein für Naturwissenschaften te Brunswijk, 13 Mei 1887; 39°. J. von Sachs, Würzburg, 7 Mei 1887; 40°. G. Euringer, Secretaris van het naturhistorischer Verein te Augsburg, 7 Mei 1887; 41°. W. Valentiner, Directeur der grossherzogl. Sternwarte te Karlsruhe, 8 Mei 1887; 42°. Laubmann, Directeur der kön. Hof- and Staatsbibliothek te München, 12 Mei 1887; 43°. W. Heyd, Bibliothecaris der kön. oeffentliche Bibliothek te Stuttgart, 9 Mei 1887; 44°. Barack, Bibliothecaris der kais. Universitäts- und Landesbibliothek te Straatsburg, 11 Mei 1887; 45°. Th. Nöldeke, Straatsburg, 8 Mei 1887; 46°. Schiaparelli, Secretaris der regia Lynceorum Academia te Rome, 22 Mei 1887; 47°. den Secretaris van het R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere te Milaan, 1887; 48°. E. Betti, Directeur der R. Scuola normale superiore te Pisa, 23 Mei 1887; 49°. den Directeur der Bibliothèque de l'Université royale te Lund, 29 April 1887; 50°. Bonola, Secretaris der Société khédiviale de Géographie te Cairo, 2 Mei 1887;

51°. R Miranda, Rio de Janeiro, 14 April 1887; aangenomen voor bericht.

— Voorts Brieven ten geleide van boekgeschenken van de navolgenden:

1°. J. F. L Schneider, Bibliothecaris der polytechnische School te Delft, 5 Mei 1887; 2°. A. Auwers, Voorzitter der Commission für die Beobachtung des Venus-Durchgangs te Berlijn, April 1887; 3°. de Directie der Gesellschaft für bildende Kunst te Emden, 1 Februari 1887; 4°. den Secretaris der Académie royale des Sciences te Bologna, 15 Juni 1886; 5°. G. Storm, Secretaris der videnskabs-Selskabet te Christiania, 28 Februari 1887; 6°. E. Regel, Directeur der Jardin impérial botanique te St. Petersburg, 11 Augustus 1886; 7°. A. Grigoriev, Secretaris der Société impériale russe de Géographie te St. Petersburg, 20 April 1887; 8°. W. Doberck, Directeur der Hong Kong Observatory te Hong Kong, 31 Maart 1887; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de boekerij.

— Tot de ingekomen stukken behooren: 1°. een brief van den Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid (13 Mei 1887) ter begeleiding van een Koninklijk Besluit, waarin machtiging verleend wordt, het Standaardkilogram, in bewaring bij de Akademie, met inachtneming der gebruikelijke voorschriften, te ontzegelen en aan den Heer Dr. J. A. C. Oudemans, Hoogleeraar te Utrecht en lid der Koninklijke Akademie van Wetenschappen, ter hand te stellen. De Secretaris deelt mede, dat deze handeling op den 27sten Mei, des namiddags te 3 uren, in tegenwoordigheid van den Heer Mr. J. C. de Marez Oyens, Administrateur der Afdeeling Handel en Nijverheid bij het Ministerie van dien naam, en van den Heer J. A. C. Oudemans, in het hôtel der Akademie heeft plaats gehad en dat van deze gebeurtenis zijn opgemaakt twee gelijkluidende Processen-Verbaal, waarvan er een ter beschikking werd gesteld van den Heer de Marez Oyens, en het andere werd neêrgelegd in het Archief der Akademie. Verder, dat het Standaardkilogram door den

Heer J. A. C. Oudemans naar Utrecht werd meêgenomen; 2°. een brief van den Heer Dr. Jan de Vries (13 Mei 1887), waarin hij verzoekt, dat hem zijne op 29 April aan de Afdeeling aangeboden wiskunstige verhandeling worde teruggegeven. Aan dit verzoek is voldaan; 3°. een brief van den Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid (7 Mei 1887), inhoudend het bericht, dat Z. E. een tweede mandaat, groot *f* 1000.—, ten behoeve der Limnoria-Commissie op den Algemeenen Secretaris der Akademie heeft afgegeven, en verder, dat, met het beschikbaar stellen van deze som, het voor de Commissie toegestane subsidie is uitgeput. De Secretaris deelt mede, dat de *f* 1000.— door hem ontvangen zijn; 4°. een brief van den Minister van Binnenlandsche Zaken, ter begeleiding eener missive van Jhr. van Tets van Goudriaan, te Pera, aan Z. E. den Minister van Buitenlandsche Zaken, eenige mededeelingen behelzend omtrent de aardbevingen, die laatstelijk op Chios hebben plaats gehad. — Daar de Minister de stukken terugverlangt, zullen ze, hoewel van weinig belang, toch worden overgeschreven. De Vergadering besluit, den Minister dank te zeggen voor de toezending der bescheiden; 7°. een brief van den Minister van Binnenlandsche Zaken ter begeleiding van het Programme du VIe Congrès international d'Hygiène et de Démographie, qui aura lieu à Vienne du 26 Septembre jusqu'au 2 Octobre 1887; 8°. twee programma's van prijsvragen, uitgeschreven door de R. Accademia delle Scienze dell Istituto di Bologna.

— De beraadslagingen over het verslag der Commissie voor de Geologische Kaart van Nederland worden geopend.

De Voorzitter geeft eenige algemeene opmerkingen ten beste. Het verdient, meent hij, overweging, nu de Commissie de schaal van 1 op 50.000 heeft voorgesteld, in overeenstemming met de topografische kaarten, voor de grensprovinciën kaarten te maken welke aan die van België, waar de schaal is 1 op 20.000, en aan die van Duitschland, waar de schaal is 1 op 25.000 kunnen aansluiten. Verder komt het hem voor, dat in sommige streken in het oosten van ons land en in Limburg, diepere profielen gemaakt

zullen moeten worden dan elders. Eindelijk wenscht de Spreker, dat het vervaardigen van eene nieuwe kaart krachtiger op den voorgrond worde gesteld dan in het rapport het geval is, omdat het anders zou kunnen gebeuren, dat het uitgeven dier kaart naar eene verre toekomst verschoven werd, zoo de Minister aan den aandrang om de oude kaart van STARING te laten herdrukken, gehoor gaf.

De Heer VAN DIESEN doet opmerken, dat de schaal van 1 op 50000 in het rapport niet is voorgesteld, maar, zijnde die der topogr. kaart, hoofdzakelijk genoemd werd als grootste schaal, die in de plaats zou kunnen komen van die van 1 op 200000. Dat op de eene plaats diepere boringen dan op de andere zullen moeten plaats hebben, geeft hij toe. Hij drukt er eindelijk op dat de kaart van STARING, niettegenstaande daarop geene profielen voorkomen, toch groote verdiensten heeft, en dat een herdruk daarvan eene zaak is van publiek belang. Eene wijziging in de rangorde der door de Commissie voorgestelde conclusiën zou er toe kunnen leiden, het verlangen naar eene nieuwe kaart meer in het oog te doen springen.

Naar aanleiding van de vragen, door den Voorzitter gedaan, of de Akademie, bij het benoemen der Rijks-Commissie, niet gehoord zoude moeten worden, ontspint zich een debat tusschen de Heeren RAUWENHOFF, VAN DIESEN, SCHOLS, J. A. C. OUDEMANS, VAN RIEMSDIJK, STOKVIS en den Voorzitter. De Heer RAUWENHOFF meent nl. dat niet alleen aan den wensch des Voorzitters gehoor moet worden gegeven, maar dat de Akademie, zooals in België, ook op den gang van zaken invloed zou moeten oefenen. Dit denkbeeld echter wordt door alle andere sprekers op verschillende gronden bestreden. Sommigen meenen dat men den Minister vrijheid van handelen moet laten; anderen, dat eene akademische commissie allereerst uit de leden der Rijks-Commissie zoude moeten gekozen worden, wat aanleiding zou kunnen geven tot verwarring; weder anderen, dat de leden der Rijks-Commissie contrôle over elkander zullen oefenen. Nadat de Heer RAUWENHOFF verklaard heeft, dat hij alleenlijk de wenschelijkheid had uitgesproken, dat de Afdeeling nu en dan op de hoogte

gehouden zou worden van den arbeid der Rijks-Commissie, en de onderteekenaren van het rapport verklaard hadden, dat aan dit verlangen geene bezwaren in den weg stonden, werd besloten, in het adres aan den Minister niet over akademische contrôle of medewerking bij de benoemingen te gewagen.

Alsnu wordt overgegaan tot de behandeling van het zestal conclusiën, door de Commissie aan het einde van haar rapport voorgedragen.

Omtrent Art. 1 (herdrukken van de kaart van STARING) besluit men, dit met Art. 6 van plaats te doen verwisselen, om allen schijn te vermijden alsof de Afdeeling niet in de eerste plaats prijs stelde op de vervaardiging van eene *nieuwe* kaart.

Art. 2. Dit wordt, ten gevolge van het weglaten van Art. 1, eenigszins veranderd. De laatste zinsnede »Hiertoe wordt een tijdsverloop van ten minste 12 jaar noodig geacht" wordt naar het volgende artikel overgebracht.

Art. 3 De eerste alinea wordt aldus gewijzigd: »De voorbereidende werkzaamheden, hiertoe noodig, en die een tijdsverloop van ten minste 12 jaar zullen vorderen, vereischen:"

De subartikelen *a* en *b* worden onveranderd goedgekeurd, nadat besloten is, het op blz. 7 over de veldgeologen gezegde eenigermate te verzachten.

Bij subartikel *c* vraagt de Heer MULDER, waarom hier bepaaldelijk Leiden genoemd is. Utrecht zou even goed kunnen voldoen. In elk geval wenscht hij, dat geen naam van eenige stad in dit subartikel genoemd worde. Afstanden leggen in den tegenwoordigen tijd niet veel gewicht meer in de schaal.

De Heer MARTIN neemt het woord niet zonder eenige aarzeling, dewijl het in debat gebrachte incident zijdelings zijn persoon raakt. Hij plaatst zich echter geheel op zuiver wetenschappelijk standpunt, en verklaart dan, dat de Minister niet alleen een pertinent antwoord verwachtte op de vraag, aan wien de leiding der werkzaamheden zou moeten worden opgedragen, maar dat de aanwezigheid van de verzameling van STARING en van bouwstoffen ter vergelijking te Leiden, deze stad reeds tot het centrum der bezigheden stempelde. Het voorstel MULDER wordt niet ondersteund en komt dus niet in stemming.

Subartikel *d*. Het woord »minstens" zal worden geschrapt en eene zinsnede aan het subartikel worden toegevoegd, waaruit blijkt dat eene grootere som soms noodig zou kunnen wezen als diepere boringen noodig bleken.

Art. 4. De woorden »en de inteekening der grenslijnen" zullen vervallen.

Art. 5. Blijft, behoudens eene omzetting van woorden, onveranderd.

Art. 6 vervalt, doch daarvoor in de plaats komt het vroegere voorstel 1, doelende op het herdrukken van de geologische kaart van STARING.

De Heer ZEEMAN meent dien herdruk te moeten ontraden, omdat er sedert het verschijnen der kaart toch stellig vele veranderingen van hydrografischen aard hebben plaats gehad, en men deze, werd het voorstel aangenomen, voor wie weet hoevele jaren zou bestendigen. — De Heer VAN DIESEN hecht waarde aan den herdruk met het oog op de onveranderde gesteldheid van den vasten grond, en blijft er bij dat de kaart dikwerf ter raadpleging gewenscht wordt, maar in den handel niet meer te krijgen is.

De Voorzitter brengt de vraag in stemming of men den Minister adviseeren zal, de kaart van STARING te doen herdrukken of niet. Er zijn 37 leden tegenwoordig. Hiervan stemmen 17 leden vóór en 17 tegen; 3 leden blijven buiten stemming. Op aandrang van den Voorzitter laten 2 der 3 leden, die blanco briefjes inleverden, hun passief standpunt varen en stemmen zij, na nog eenige inlichting bekomen te hebben, vóór het herdrukken. Er wordt dus met 19 tegen 17 stemmen besloten, den Minister in dien zin te adviseeren.

Nadat de Heer VAN DE SANDE BAKHUYZEN er op gewezen heeft, dat het tijvak van 12 jaar, in het rapport genoemd, slechts een tijd van voorbereiding betreft, en het langer duren zal eer eene nieuwe geologische kaart het licht kan zien, wordt het op enkele plaatsen gewijzigde rapport, met de daarbij behoorende conclusiën, aangenomen.

De conclusiën van het rapport luiden dus als volgt:

1°. Het vervaardigen van eene geheel nieuwe geognostisch-

agronomische kaart, naar de eischen der tegenwoordige wetenschap, wordt dringend aanbevolen.

2°. De voorbereidende werkzaamheden, hiertoe noodig, en die een tijdsverloop van ten minste 12 jaar zullen vorderen, vereischen:

a. de oprichting van een geologisch bureau te Leiden, waaraan een conservator verbonden worde, ter verzameling van alle gegevens, die voor het tot stand komen der nieuwe kaart noodig zijn;

b. de aanstelling van twee geologen en één agronoom, aan wie het onderzoek in het veld worde opgedragen;

c. het in het leven roepen van eene geologische Commissie, waarvan het hoofd te Leiden woont en met de leiding der werkzaamheden worde belast, en

d. eene jaarlijksche uitgave van *f* 14000, behoudens eene mogelijke verhooging, indien op sommige plaatsen diepere boringen noodig mochten worden bevonden. Over de toegezegde som beschikke de Commissie bij wijze van subsidie.

3°. Voor de geologische opneming bezige men de bladen der nu geheel afgewerkte topografische kaart, waarvan de schaal is 1 op 50.000.

4°. Voor de definitieve geologische kaart, waarvan de publicatie onmiddellijk na den afloop van het tijdvak van voorbereiding worde ter hand genomen, is eene grootere schaal dan 1 op 50.000 verwerpelijk. Later, nadat het onderzoek in het veld tot op zekere hoogte gevorderd is, kan worden beslist, op welke schaal de bladen der nieuwe kaart behooren te worden uitgegeven.

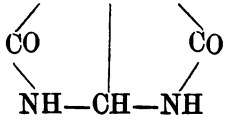
5°. De geologische kaart van Staring, nog in vele opzichten bruikbaar, worde, om aan eene bestaande behoefte te voorzien, terstond onveranderd herdrukt en in den handel gebracht.

— De Heer Treub deelt eenige geschiedkundige bijzonderheden mede omtrent 's Lands Plantentuin te Buitenzorg, en schetst de veranderingen en verbeteringen, welke dezer Inrichting in de laatst verloopen jaren, dank zij de zorgen

van wijlen den Heer SCHEFFER, en zoo ook ten gevolge zijner eigene bemoeiingen, gesteund door de welwillendheid van het Indisch Bestuur, ten goede zijn gekomen. Kaarten en fotografiën luisteren zijne voordracht op. Hij vestigt de aandacht vooral op het kort geleden in den tuin opgericht botanisch laboratorium, waar onderscheidene geleerden uit vreemde Staten maanden lang vertoefden om zich aan de oplossing van allerlei vraagstukken, den bouw en het leven der planten betreffend, te wijden, doch waar, met dit doel, tot heden geen Nederlander zich aanmeldde. Hij erkent, dat een bezoek aan het laboratorium te Buitenzorg niet zonder geldelijke opofferingen geschieden kan, en betreurt het, dat subsidiën voor wetenschappelijke reizen bij ons van Regeeringswege niet zoo gemakkelijk te verkrijgen zijn. Dies zal hij zijn best doen, een fonds te stichten, uit welks baten de voortzetting der studiën van jonge geleerden in den tuin te Buitenzorg minder kostbaar zoude kunnen worden gemaakt. Hij hoopt dat de leden der Afdeeling, te zijner tijd, hem in die pogingen zullen willen steunen.

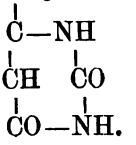
— De Heer FRANCHIMONT had, uit zijne in de vorige Vergadering kortelijk medegedeelde proefnemingen, het besluit getrokken dat, zoodra de rest van het ureum met andere atomen een gesloten keten of ring vormt, het amidkarakter dier rest volkomen is verdwenen, ten opzichte van het salpeterzuur, en er bij gevoegd: »althans als in dien ring nog eene groep carbonyl voorkomt". Hij meende dat het aethyleencarbamide uitsluitsel daaromtrent kon geven en dat dit nog niet bekend was; het is hem echter gebleken, dat dit lichaam reeds door FISCHER was verkregen.

De vraag kon echter nog op eene andere wijze opgelost worden en wel tegelijk met eene tweede vraag, nl. deze: of een lichaam, dat twee ureumresten bevat, welke ieder voor zich met de overige atomen een gesloten ring vormen, door werkelijk salpeterzuur bij de gewone temperatuur wordt ontleed. Hiertoe was noodig het acetyleenureum NH—CH—NH of



glycoluril. Het werd uit glyoxaal bereid en onder de aangegeven omstandigheden door salpeterzuur niet ontleed.

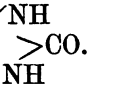
Een derde vraag was naar het gedrag van ureïden van onverzadigde zuren; om deze te beantwoorden werd gekozen het methyluracil



Het bleek dat dit lichaam niet ontleed wordt, maar eenvoudig in een nitroderivaat overgaat.

Het was dus nu voldoende vastgesteld dat ureïden, waarin de rest van het ureum met eene keten van twee of drie koolstofatomen een gesloten ring vormt, niet door salpeterzuur worden ontleed, onverschillig of de koolstofatomen met waterstof of met zuurstof verbonden of wel onverzadigd zijn.

Nu bleef nog de vraag over of een lichaam, waarin één koolstofatoom met de beide stikstofatomen van één molecuul ureum verbonden is, ook bestendig zou zijn tegen salpeterzuur. Als een zoodanig lichaam wordt gewoonlijk beschouwd het aethylideenureum, waaraan men dan deze formule

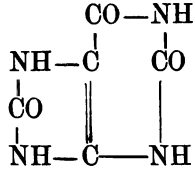
geeft 

Dit lichaam wordt door salpeterzuur bij de gewone temperatuur heftig aangegrepen en onmiddellijk ontleed; er ontwikkelen zich koolzuurgas en stikstofoxydule in gelijke volumina, gemengd met eenig stikstof. Het is tot nog toe het eenige ureïde, onder al de onderzochte, waarbij eene oxydatie, gepaard met de vorming van salpeterigzuur, moeilijk of niet ontgaan kan worden.

De structuur van dit lichaam is echter onzeker en het is niet onmogelijk, dat het door de formule $CH_3—CH = N—CO—NH_2$ juister wordt uitgedrukt, vooral ook omdat het door koking met water alleen, geheel in aldehyde en ureum overgaat.

De werking van het salpeterzuur werd nu ook onderzocht op meer gecompliceerde ureïden, zooals urinezuur.

Zoowel het door den Heer FRANCHIMONT zelven bereide, als dat hetgeen hem bereidwillig door den Heer Prof. MULDER was verschaft en volkomen zuiver was, werd nagenoeg onmiddellijk door het werkelijke salpeterzuur bij de gewone temperatuur aangegrepen, en in korten tijd werd een gasmengsel ontwikkeld, bestaande uit één volumen koolzuurgas en bijna twee volumina stikstofoxydule, en overeenkomende met één molecuul ureum uit één molecuul urinezuur. Dit resultaat schijnt moeilijk overeen te brengen met de door MEDICUS opgestelde en door FISCHER bevestigde formule:



voor het urinezuur.

Caffeïne, theobromine en xanthine schijnen ook ontleed te worden, maar uiterst moeilijk en langzaam, terwijl het urinezuur zeer gemakkelijk en snel ontleed wordt.

Het zou voorbarig zijn, nu reeds aan eene andere formule voor het urinezuur de voorkeur te geven, maar het waargenomen gedrag met salpeterzuur schijnt toch aan te duiden, dat de tegenwoordig algemeen aangenomene nog niet (onder alle omstandigheden) de juiste is, tenzij de bijzondere structuur van het urinezuur de oorzaak voor de afwijking mocht wezen. De Heer FRANCHIMONT zal trachten ook dit punt nog tot klaarheid te brengen.

— Voor de bibliotheek der Akademie worden aangeboden: door den Heer VAN RIEMSDIJK: Dr. J. LORIÉ. Contributions à la géologie des Pays-Bas. II en III; door den Heer FORSTER: Dr. D. ROMEYN. Onderzoekingen over den invloed van alcohol op den mensch; door den Heer BIERENS DE HAAN: Nieuw Archief der Wiskunde, Deel XIII, 2e Stuk; door den Heer LORENTZ: Dr. DOJES. Over diffusie van vloeistoffen.

— Daar er verder niets te verhandelen is, wordt de vergadering gesloten.

NALEZINGEN

OP DEN

EERSTEN BUNDEL (1878) DER BOUWSTOFFEN N°. I—XVII VOOR DE GESCHIEDENIS

DER

WIS- EN NATUURKUNDIGE WETENSCHAPPEN

IN DE NEDERLANDEN.

DOOR

D. BIERENS DE HAAN.

B. beteekent „Bouwstoffen N°." *A.* beteekent „Aanteekening." *N.* beteekent „Nalezingen."

B. IV., blz. 39, reg. 23. 1707, *lees:* 1703.

» 39, » 25. 1680, » 1660.

B. V, § 3, blz. 46.

Zulk eene monographie is werkelijk verschenen:

Bijdragen tot eene geschiedenis van het geslacht »VAN KEULEN" als boekhandelaars, uitgevers, kaart- en instrumentmakers in Nederland; eene biblio-cartographische studie, door G. D. BOM H.Gz. In de gekroonde Lootsman. Amsterdam, H. G. BOM. 1885. [IV], 28, [4], 120, [1] blz. 4°.

Daaruit blijkt, dat de firmas gevoerd werden door de volgende personen.

JOHANNES VAN KEULEN. 1678—1704.
GERARD VAN KEULEN. . 1704—1726.
1726, 1727. LUDOWINA KONST, wed. GERARD VAN KEULEN en haar zoon JOHANNES.

Johannes van Keulen.	1727—1755.
	1755. Catharina Buys, wed. Johannes van Keulen.
	1756—1757. Gerard Hulst van Keulen en Cornelis Buys van Keulen.
Johannes van Keulen en Zoonen.	1757—1778. Gerard Hulst van Keulen en Cornelis Buys van Keulen.
	1778. Gerard Hulst van Keulen en Suzanna Maria Commelin, weduwe C. Buys van Keulen.
	1778. Gerard Hulst van Keulen en Johannes van Keulen.
Gerard Hulst van Keulen.	1779—1801, na 1788 met Gerard van Keulen.
Weduwe Gerard Hulst van Keulen.	1801—1810. Anna Hendrina Calkoen, weduwe Gerard Hulst van Keulen.
	1810—1823. Johannes Gerard Hulst van Keulen van de Velde.
	1823—1840. J. Staats Boonen.
	1840—1863. Jacob Swart.
	1863—1885. Jacob Swart Jr.

B. V. § 13, blz. 51. A. 14, blz. 61. Het werk »de Stelkonstige Reeckening van den Regenboog. 1687 'sHage. 4°", is niet van Claas Jansz. Vooght, maar van B. de Spinoza, zie Bouwstoffen N°. 24.

Men verhaalt dat Leibnitz het te vergeefs zocht, en meende, dat Spinoza zelf de oplaag had verbrand. Onze beroemde bibliograaf Fred. Muller vond een exemplaar in de Kon. Bibliotheek te 'sHage: en dit werd door de Professoren J. van Vloten en J. P. N. Land afgedrukt in de »Opera B de Spinoza quotquot reperta sunt. 'sHage 1881, 1882. II Vol. 8°."

B. XIII. § 6, blz. 262, reg. 19. Van dit werk verscheen er later een derde druk bij Blaeu te Amsterdam met den-

zelfden titel, als in Aanteek. 9 beschreven is, en met hetzelfde aantal bladzijden. Alleen is de vignette hier eene Sphaera armillaria tusschen twee beelden, met het onderschrift »INDEFESSUS AGENDO". En daaronder

*) Amstelodami||Ex Typographia BLAVIANA. MDCLXXXIII||. *Sumptibus societatis.*

N. B. IV, blz. 346, reg. 9. Op behoorlijke plaats is nog in te lasschen

1714. Amsterdam. 8°. 7. H. DESAGULIERS.
1737. Rotterdam. D. KRUYK. Gronden der Navigatie.

N. B. IV, blz. 346, reg. 25. 1832 *lees:* 1872.

N. B. IV, blz. 346, reg. 26. De gegeven datum 27 April 1696 is niet het geboortejaar, maar het sterfjaar van CLAAS JANSZ. VOOGHT.

Boekenlijst, blz. 374, reg. 24. Amsterdam 1676. 8°. *lees:* Amsterdam 1696. 8°.

NALEZINGEN

OP DE

BOUWSTOFFEN N°. XVIII—XXX VOOR DE GESCHIEDENIS

DER

WIS- EN NATUURKUNDIGE WETENSCHAPPEN

IN DE NEDERLANDEN.

DOOR

D. BIERENS DE HAAN.

B. beteekent „Bouwstoffen N°." *A.* beteekent „Aanteekening".

B. XIX, § 13, blz. 25, reg. 22—24. Naar deze opgave uit het Album Academicum Lugduno-Batavum zoude CRUQUIUS één jaar jonger geweest zijn dan hij werkelijk was.

B. XX. § 3. Van deze drie boekjes, beschreven in § 1—3, is door de zorg van de Heeren BRILL te Leiden eene photographische reproductie verschenen in het jaar 1886, waarvan er slechts een 80tal afdrukken getrokken zijn.

B. XXI. § 5, blz. 60. Uit het privilegie, voorkomende in het werk van Noot 34, blijkt, dat CLAES HEYNDRICSZ GIETERMAKER vóór 17 Juli 1668 is overleden.

B XXV. § 11. A. 18. Van „the Haven-finding Art" bestaat ook eene uitgave van 1647: zie het volgende werk.

1. *Certaine* || ERRORS IN || NAVIGATION, || *Detected and Corrected* || *By Edw. Wright* || *with* || *Many additions that were* ||

not in the former edi- || *tions as appeareth* || *in the next* || *pages* || *Printed by Felix, Kingstō ad London.* 1610. 4°.

Deze titel is gegraveerd: daaronder eene wereldkaart in Mercatorsche projectie: op zijde en boven negen zeevaartkundige instrumenten.

Verso van den titel en volgende bladzijden bevatten: »Additions to this edition that were || *not in the former*" (19 in getal). Daarop weder dezelfde titel. Dan THE EPISTLE DEDICATORY, opdracht aan den Prins van Wales (17 bladz.): en daarop »THE PREFACE TO || THE READER" (24 bladz.) en »A TABLE SHEWING THE || CONTENTS OF THIS || Treatise" (6 blz.) alles ongepagineerd.

B—Ff. Blz. 1—472 het werk zelf in 40 Chapters, waarvan de 21 laatste bladzijden bevatten: »*An answere to Simon Stevin* || SIMON STEVIN his errors, in || *blaming me of error in my Tables* || *of Rombes.*"

In the Preface behandeld hij zijn twist met JODOCUS HONDIUS, die hem beschuldigde, dat hij uit Mercator en Hondius zelven gestolen had; en met SIMON STEVIN, die beweerde, dat er in zijne Tables of Rhumbs fouten van 2 ja van 12 minuten voorkwamen.

Met doorloopende signatuur Gg—Oo, maar nieuwe pagineering blz. 1—122, volgt de Treatise of the »*Art of Navigation*" met 4 blz. CONTENTS, ongepagineerd.

Dan Pp (16 bladz. ongepagineerd) bevat »An Addition touching *the varia-* || *tion of the Compasse.*"

2. Dezelfde gegraveerde titel als hiervoor, met het onderscheid slechts van drukker »London. || *Printed by* JOSEPH MOXON. || and sold at his Shop at the Atlas on Corn-hill. 1647. 4°."

Verso van den titel wit; Addition (20) 2 blz. Daarop »Epistle Dedicatory to the *Worshipfull* || Captain *Thomas Whatstone* || door den uitgever *Joseph Moxon*," waaruit blijkt dat dit de derde uitgaaf is, en dat EDWARD WRIGHT overleden was (2 blz.): THE PUBLISHER TO THE READER (3 blz.) 2 blz. wit. Alles signatuur A.

Nu komt het vorige terug: »The Preface to the || Reader" (16) blz. signatuur B, C. Alles ongepagineerd.

D—Hh. Blz. 1—274, het werk als voren.

Ii—Yy. Blz. 1—110, the whole Art of Navigation, als voren.

Aaa—Ccc. Blz. 1—20. »Thè || haven-finding Art || Or || *The way to find any* Haven *or place appoynted* || *at* Sea ||", de vertaling van het werk van Simon Stevin.

B. XXV. § 19. Hierbij moet nog gevoegd worden het volgende werk:

CVRRVS VELIFERI ILLVSTRISSIMI PRINCIPIS MAVRITII VOLITANTES DVABVS HORIS SCHEVERINA PETTEMVM AD QVATVORDECIM || MILLIARIA HOLLANDICA, QVAE SINGVLA IVSTAE HORAE ITER EXCEDUNT.

Dit is de titel van een plaat, uit drie vellen bestaande, breed 124 cM. en hoog 68 cM. Links boven is een schild waarop men leest:

Ichnographia velà voli Currus Illustrissimi Principis Mauritij Principis Orangiae, Comitis in || *Nassau, Catzenellebogen, Vianen, Meurs, Marchionis Verae, Vlissingae, Gubernatoris & Capita-* || *nei Generalis &c. quo curru interdum utitur, quum secundum litis marinum expatiari lubet, in* || *quo sedentes viginti octo viri, duarum horarum spatio quatuor decim Hollandica Milliaria, vi-* || *delicet a Scheveringa Pettemum usque confecerunt, tanta velocitate, ut ab ys quod obvios habebant* || *agnosci nequirent: quemadmodum testari poterunt Imperatoris Legatis alyque Magnates Galli,* || *Angli, Dani & aly, qui eo vecti sunt, atque adeo ipse Arragonis Admirans Dn. Franciscus de* || *Mendosa, ordinum tum captivus: nec ullus equus quamtumvis celer, longe spatio cursu aequare* || *potuit, quod sane admiratione dignum est. Huius currus inventor Simon Stevinus.*

Rechts boven aan staat weder in een schild:

Le Chariot vollant du Tresillustre Prince Maurice Prince natif d'Orange. Conte de Nassau, Catze- || *nellebogen, Vianen, Meurs, Marquis de Vere, Vlissingen, Gouverneur & Capitaine General &c. duquel* || *Chariot il se sert aulcunefois pour aller le long du bord & plage de la Mer. et estant charge de* || 28. *personnes a faict en lespace de* 2 *heures* 14 *lieves, de Hollande*

de chemin, a scavoir de Scheveringe || jusques a Pettem, de telle vistesse qu'il estoit impossible que ceulx qui estoient dessus fussent recognues || par ceux qu'ils rencontrerent, comme pourront tesmoigner les Ambassadeurs de L'Empereur, & grands || Seigneurs de France, Angleterre, Dennemarck & autres qui ont este dessus & mesme l'Admirante Don || Francisco de Mendoza prisonnier, de sorte que nul Cheval pour Viste qu'il courrut, ne l'eut sceu longuement || suivre, chose digne de veoir ainsi que demonstre la figure. Le Sr Simon Stevin a esté l'inventeur.

Onderaan op de plaat ligt een steen, waarop gebeiteld is:

HUNC SUUM MAXIMO ET || ILLVSTRISSIMO PRINCIPI MAVRITIO || NASSOVIO VELIVOLUM CURRUM ITA || DEPICTUM DICO SACROQVE IACOBUS || GEINIUS.

Een strook onder aan de plaat, bevat acht kolommen tekst, waarvan 2 latijn, 3 fransch, 3 hollandsch, en een figuur. De hollandsche tekst luidt aldus:

»Sijn Excell. Graef Maurits kunst-rijcke

WINDT-WAGENS."

Welcke wagens in de tijdt van twee uren, 14 *mijlen weeghs hebben gepasseert: || Daerinne saten eenighe van den Hollandschen Adel, mitsgaders noch andere uytheem- || sche groote Heeren, tot het getal van* 28 *Persoonen.*

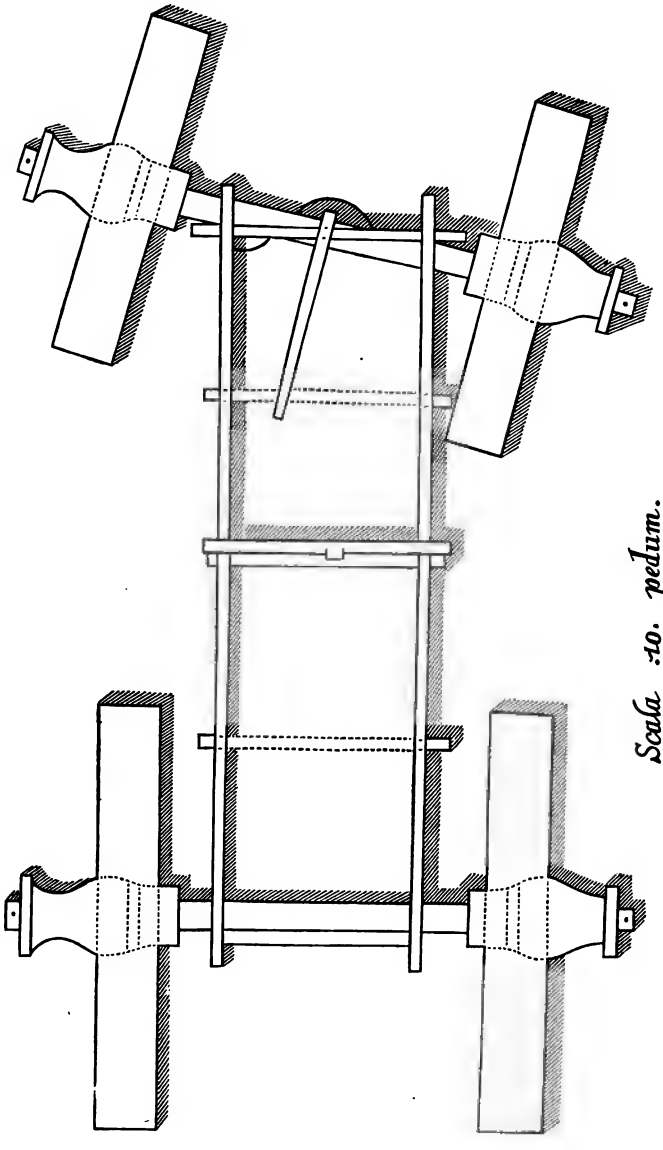
So ick van de Hollanders hare langduerige Voya- || gien, die sy by der Zee gedaen hebben, in verre || ghelegene en onbekende Landen, wilde verhalen, || daer en soude sich niemandt seer over verwonde- || ren; Maer begin ick eens te seggen van hun zey- || lende Wagens over Landt en Sandt, daer sal een || ieder als verbaest voor staen, en veele (die niets || en gelooven, dan wat sy selfs sien) sullen het maer || voor een praetjen houden, en geen geloof daer toe || voegen: Doch en kan d'ongeloovigheyt van on- || wetende Menschen, de aerdige en treffelijcke vonden der verstandighen || geensins tot niet maken; maer ter contrary maeckt, datse van de kloeckste || verstanden des te hooger geacht worden: den welcken ick deese Waegens || met een korte beschrijvinge derselver, toe-eygene en addressere. Welcke || Wagens ons billick stoffe geven daer wyders van te schrijven.

Aengaende de Wagen daer Sijn Excellentie in sat, en de

gestalte van dien, || denckt niet dat ick U die af teeckenen sal: dat heeft de vermaerde schilder || JAQUES DE GHEYN soo aerdigh verricht, dat sulcks (onder correctie) by nie- || mant en sal verbetert worden. Het sal my genoech zijn, UE. de reyse te || beschrijven die dese Wagen gedaen heeft, en voorts u de voornaemste Persoo- || nen die daer in saten, bekent te maken.

Daer is een Zee-dorp dicht by den Haghe, genaemt Schevelingen al- || waer dese Wagen gereet stondt op de Zeestrandt, verwachtende met een || Zuyd-ooste windt d'aenkomste van den weyt-vermaerden en Doorluchti- || ghen Graef Maurits van Nassou, dewelcke aldaer eyndelijck quam, verge- || selschapt met de Broeder van den Coningh van Denemarcken, en Graef || Hendrick van Nassouw, met noch eenighe andere Hoogduytsche Hee- || ren. Houdt het my ten goede, dat ick niet eerst voor al en noeme Monsieur || de Busenval, Ambassadeur van den Alder-Christelijcksten Coninck van || Vranckrijck, aen de Heere Staten van Hollandt, weet dat wy hier in Hol- || land schrijven, alwaer sijn Excellencie den voortocht heeft: maer om my || niet te moeyen met de saken van precedentie ofte preferentie (daer ick noyt || op gestudeert en hebbe) sal ick in mijn voornemen voort-varen. Aldaer || waren nevens eenighe Engelsche Heeren, oock den Admirante van Arragon, gevangen in den slach by Nieupoort, waer by licht af te meten is, hoe || redelijck en mededogent de H.H. Staten haere gevangenen tracteeren, in || somme, daer waeren op de Wintwagen in alles 28 Persoonen.

Sy verkooren tot dit werck een Zuyd-ooste wind, en traden op de Wagen || aen de strand, daer de Zee ons vant Coninckrijck Engeland is scheydende: || voor het Dorp Schevelingen, ongheveer een mijl weeghs van den Haege, of- || te 't Hof van Hollandt leggende; geseten zijnde, nam syn Excel. het Roer || in de hand, en vierden het zeyl: met soo dreef de wint de Wagen met sulc- || ken snelligheyt voort, dat het niet scheen te rollen, maer te vliegen, en naeuw- || licks hadmen het gesien, of dadelijck was het weer uyt het oogh. Ende in cor- || ten tijdt voor het oude Dorp Catwijck,


Scala :10. pedum.
Pes Rhenolandicus

alsoo genaemt van de Catti, ofte de || oude Hessische volckeren, van waer het schijnt wy onse afkomste moeten || gehadt hebben; en aldaer ligt ook het oude verdroncken Casteel, bij de Hol- || landers geheeten het Huys te Britten.

Korte daer aen quam hy tot Noordwijk, de geboorteplaetse der 2 beroem- || de Poëten onder de Geleerden bekent met de naem van Dousa, daer nae tot || Santvoort, van daer tot Wijck op Zee, ende soo voort tot Egmond in Zee || een Zee Dorp, alsoo genoemt van hun weyt-beroemde Landtsheeren, de || Graven van Egmondt. Eyndelick quam de Wagen aen de plaets het Honds- || bosch geheeten, alwaer de Zee sulcken geruys maeckte, dat het niet te gelo- || ven en waer, soo de ondervindinge daer van geen blijcken dede. Doch is || nu ter tijdt verlaten, en met een swaren vlacken Sanddijck de zee afge- || keert, tot behoudenisse van Hollandt. Aldaer ten eynde light het Dorp Pet- || ten, alwaer-men kleyne, doch seer delecate Muffeltjes vindt. Ende ter rech- || terhand dichterby, light de Syp, een Landt, de Zee ontweldight, en met || dijcken bewaert. Niet verre van daer volghen de Dorpen het Ooge, ende || Huysduynen. Tot Petten voornoemt daer bleef de wagen, haer loop vol- || eyndight hebbende, zijnde een Spatium van 14 Mijlen weegs, welcke wech || desen Landt-looper ofte Wint-wagen in twee uren afgelopen heeft. En 'ken || weet niet of een Roof-vogel naer sijn aes vliegende, snellicker soude konnen || voort schieten, als dese Waghen dede.

De Paerden, die te Post de Waegen volgen wilden, schooten te cort: de || Postillon des wints dreef den selven met sulcken gewelt voort, dat het 's men- || schen ooghe ontgingh. Een mael, tot kortswyl en om den Heeren een pots || te doen, stierden syn Excellentie de Wagen in zee, waer over vele sich dap- || per ontsetteden; maer subijt het roer gevent zijnde, quam de Wagen weer || op strandt, en vloot syn oude kours. Soo dat de toesienders op strand, en in- || sonderheyt die onverwacht dit doen saghen, kosten hun ooghen qualijck || geloof geven, soo vloogh de Waghen hun voor by.

Daer zijn ontallijcke veel Menschen die dit alles wat ick

int korte ver- || haelt hebbe, konnen betuygen: derhalven wilt niet meer een Leeser, maer || een beschouwer en kooper wesen van 't werck. Siet aen het Conterfeytsel || dat u dên Schilder met sijn penceel, en Plaet-snijder met sijn graefyser heeft || gemaeckt, en siet eens of ghy de kunst kunt naspeuren, en Meester worden. || Neemt voor lief aen, 'tgene wy u presenteren, met alsoo goede affectie, als || wy wenschen dat het van u mach aengenomen worden, en vaert wel".

Daarnaast volgt nu de figuur in platten grond met het opschrift »Het Fondament der bovenghestelde seylende Waghens, van sijn vorstelicke Gn. || Graef Maurits van Nassauw, gheinventeert door || Symon Stevin."

Die platte grond staat tusschen vier bouwmeesters, en daaronder

»*Scala* 10 *pedum* || *Pes Rhenolandicus*",

terwijl onder aan de plaat

„Men vintse te coop tot Amstelredam by Claes Jansz. Visscher/ woonende in de Calverstraet/ in de Visscher/ 1652".

B. XXVIII, § 1. A. 8, blz. 362, reg. 6. Van deze [illegible] bestaan twee uitgave.

De eerste, berustende in de Bibliotheek van het Friesch Genootschap, is:

Een plaat in plano, bevattende twee vellen. Rechts en links zijn twee strooken met de standen van de aarde en de zon, waarbij het overeenkomstige stuk van den dierenriem, links voor de maanden September—Februarius, rechts voor die Martius—Augustus. Daarbinnen twee andere strooken, die voor iedere maand drie figuren geven, bestaande uit eene ellips en concentisch cirkeltje, denkelijk de aarde met de baan der maan.

De middenstrook is volgens de hoogte in tweeën [illegible]deeld: de onderste helft is wit. De bovenste heeft tot titel op een gebogen lint:

VENTOS ET VARIUM COELI PRAEDI[illegible]MORUM || CURA SIT. *Virgil. Geor.* 1 || *DOMINICI J. BOTHNI[illegible]URMANIA NOB FRIS.* || *Hypothesis et Methodus Nova* || *Ratiocinandi De More Coeli*

etc. || *Cum utile ad materiae cognitionem conducente Isagoge.* ||

Daaronder een stuk van den dierenriem met 3 zonnen in het teeken. Steenbok, Ram en Weegschaal, Kreeft, die hare stralen schieten naar de aarde, die in het middelpunt van den dierenriem staat; ter wederzijde twee onderscheidene maanbanen met hare vier schijngestalten. Onder den dierenriem staat »NEC FRUSTRA SIGNORUM OBITUS SPECULAMUR ET ORTUS"; boven de aarde »IPSE PATER STATUIT QUID MENSTRUA LUNA MONERET".

Op de andere, in mijn bezit, komen de beide dubbele zijstrooken voor, ook het lint met het opschrift en het stuk van den Dierenriem, maar daartusschen staat een hollandsche titel:

NIEUWE MANIER || En onderstellinge van Redeneeringe over het weêr. || Met eene korte aanwyzinge van uitleggінge ter zaake dienende || Opgestelt door den H.E.G. || D. J. BOTHNIA VAN BURMANIA.

Hier is de onderste helft niet wit gelaten; maar luidt dus:

»De twaalf Gesteltheden van de Aarde tot de Zonne, voor zooveel Maanden van het Jaar, wor- || den hier voorgestelt, en vermidts de schikking van het Werk zulks medebrengt hebben wy || dezelve, met haare Aanmerkingen, van den Herfst begonnen, gelyk hier neffens te zien is. ||

Nademaal de pooginge, vloedt des Luchts, en het Weêr voornamentlyk afhangt van de verscheide ge- || steltheit der Aarde tot de Zonne, en van de verscheide afwykingen haarer straalen van ons, zoo is het dat de || Zon in de maandt September, in, en omtrent den Evenaar verkeerende, en het Zuiden en Noorden even na || de Lucht of den Hemel gemeenlyk zeer twyfelachtig maakt; waar door wy somtydts warmte gevoelen, en || de partyen wederzyds aandringende, Regen, Donder, Westelyke en Zuidelyke winden tegen elkanderen || worstelen, in het Noorden dagelyks meer en meer ontsluipen. ||

Als de Zon nu in October in het Zuiden van den Evenaar, het lang verdachte Vaderlandt der Plasregenen, || is ingegaan, zoo verschaft zy, met haare nu al zeer Zuidelyke

straalen, aan ons Frieslandt, de Zuidelyke lucht, || met de daar in hangende waateren; en overzulks, de tegenstrydige party zich noch dikwils vertoonende, || veel regen; de Lucht dan in dezen en den voorgaanden tydt, op de gedachte wyze, gezuivert zynde, en het || Zuiden en Noorden als afgemat, zoo komen de Oostelyke winden, die voor eene natuurlyke pooginge gehou- || den worden (de hinderpaalen nu wechgenomen zynde) voor den dag, en ook de Noordelyke, door eenige || Noordelyke kracht, in deze hunne Gewesten, zoo lang de Lucht niet weder met dampen bezwangert is. ||

Totdat de zon in November meer naar het Zuiden afhellende, die winden en regen als Hemel en Aarde || vermoeijen, en ons dan een Oorzaak van eene uitneemende hoogte der wateren zyn. ||

Als nu in December de Zon, en met haar de Zuide winden als te schuil zynde, en, door de te vooren ge- || zuiverde Lucht, veel krachteloozer zyn, als voorheen, zoo worden by ons weinig dampen opgeheven; en || die meer naar het Zuiden worden opgetrokken, vallen als ontydig neder, eer ze tot ons konnen worden over- || gevoert; waar ons de Latynen de Zuidelyke volken, dezen en den volgenden tydt, den naam van *Hyems*, van een || Grieksch woordt afgeleidt dat *Regenen* betekent, gegeven hebben; gelyk de Spaanjaardts, Portugeezen, en ande- || re Zuidelyke Volken, die mede noch hedendaags den *regentydt*, en de *regenmaanden* noemen; de straalen van de || Zonne nu als verlamt zyn, zoo komen de Koude, 't Ys, Oostelyke en Noordelyke winden, in deze hunne || Gewesten, te voorschyn, en somtydts hun ongeschonden recht by ons, en verder naar het Zuiden oeffenen ||

Het zelve mag mede van de maandt Januarius gezegt worden. ||

In Februarius komen, met de Zonne, den Evenaar zeer naderende, de Zuidelyke kracht, Winden, en Warm- || te weder te voorschyn, en, wat verder noch voortgegaan zynde, wordt men Onweêr, Regen, Sneeuw, || tekenen van een reedts zeer strydige lucht, gewaar. ||

In de maandt Maart, de Zon weder op den Evenaar, of daar omtrent verkeerende, de Westelyke winden || met de

onzydige Zonne noch aanhoudende, en de lucht hier door als twyfelachtig zynde, zoo krygen ein- || delyk de Noordelyke kracht en winden, na veele worstelingen, de overhandt; en, de Lucht in deze, en in || de volgende maandt April noch niet genoegzaam gezuivert zynde, en de straalen van de Zonne uit het Noor- || den noch niet zeer bepaalt, als mede 't overwinnent Noorden, door zynen ouden bestryder, noch niet in rust || zynde, zoo zien wy de winden, eerst zeer in de buurschap van het Zuiden, naar het Noorden hellen. ||

Tot dat eindelyk in de maandt van May, de Lucht meer gezuivert zynde, de Noordelyke kracht en win- || den met de Zon vryer zyn. ||

Het zelve mag ook van de maandt Juny gezegt worden. ||

In July, de Lucht en Aarde, door het lang verblyf der Zonne by ons, verwarmt zynde, waar door da- || gelyks veele dampen opwaarts stygen, zoo wordt daar door de kracht en stantvastigheit van het Noorden || zeer vermindert, en dikwils gedwarsboomt. ||

Om de zelve reden geschiedt zulks menigmaal in Augustus, en overzulks zyn dan dikwils de winden Zuide- || lyk en Westelyk, wankelende, en, de dampen hoog opgerezen zynde, en lang dreigende, verwekken die || Warmte, Donder, Regen en Onweêr: de traagheidt met de zwaarte der plaagen als vergolde schijnende. ||

Ten tyden der Quartieren van de Maan, is 't gemeenlyk het meeste mooije weêr, en die kracht van het || Noorden meer onbelemmert als in de niewe of volle Maan; doch de tydtsgelegenheit komt hier zeer in || aanmerkinge. ||

Voor hoe verre nu, en waarom alle de voorsz. dingen zoo zyn, en veranderinge onderworpen, kan uit || myne *Verhandelinge* breeder gezien worden. ||

Te LEEUWARDEN, || Gedruckt by FRANCOIS HALMA, Landtschaps-Drukker der Ed: Mog: Heeren || Staten van Frieslandt, 1715.

KORTE LEVENSBERICHTEN

VOORKOMENDE IN DE

BOUWSTOFFEN VOOR DE GESCHIEDENIS DER WIS- EN NATUURKUNDIGE WETENSCHAPPEN

IN DE NEDERLANDEN N°. I—XXX.

DOOR

D. BIERENS DE HAAN.

XXI.	6.	Anhaltin (Christiaan Martinii).
XII.	2.	Anthonisz (Adriaan).
XXX.	8.	Beeckman (Isaac).
XXX.	11.	Van Berlicom (Andreas).
XXI.	7.	De Bie (Alexander).
XIX.	14.	Bolstra (Melchior).
XXIII.	1.	Bosch (Jacob).
XXVIII.	1.	Bothnia a Burmannia (Douwe Justus).
XXI.	7.	Brasser (Jacob R.).
XIX.	2.	Buache (Philippe).
XXI.	3.	Buingha (Johannes).
XXI.	7.	Cardinael (Sybrandt Hansz.).
XXIII.	9.	Cellarius (Andreas).
VIII.	2.	Van Ceulen (Ludolf).
XXIII.	4.	
XIV.	12.	Clavius (Christophorus).
XXIII.	4.	Cops (Adriaan Jacobus).
XIX.	13.	Cruquius (Nicolaas Samuel).
I.	5. 10.	De Decker (Ezechiel).
XXIII.	4.	

XXX. 10. Dedel (Nicolaas).
XXIII. 5. Eversdijck (Cornelis Frans).
VII. 2. Van der Eijcke (Simon).
XXIII. 9. Fritach (Adam).
XXI. 5. Gietermaker (Claas Heyndricz).
XXX. 11. Golius (Jacobus).
XXI. 4. De Graaf (Abraham).
XXIII. 7. Hoen (Theodorus).
XXIII. 10. Holwarda (Jan Fokkens).
XXX. 12. Ab Hooghelande (Cornelius).
XXIII. 2. Van Houcke (Daniel).
XXIII. 9. Hudde (Johan).
XXIII. 1. Karsseboom (Pieter).
V. 3. Van Keulen (de familie).
XXI. 7. Kinckhuyzen (Gerard).
XI. 6. Klinkenberg (Dirk).
XXIII. 10. Lansbergen (Philippus).
XXI. 3. Van Leeuwen (Cornelis Sachers).
XXII. 1. Van der Ley (Jan Hendrik Jarichs).
XXI. 8. Van Loon (Joannes).
XVI. 1. Marcelis (Jacob).
XXI. 8. Marolois (Samuel).
XXIII. 3. Melder (Christiaan).
XXIII. 3. Melder (Gerard).
XXX. 12. Mersenne (Marin).
XII. 2. } Metius (Adriaan).
XXIII. 5. }
XII. 2. Metius (Jacob).
XXIII. 10. Mulerius (Nicolaas).
XXI. 8. Van Nienrode (Cornelis).
XXX. 14. De Pollot (A).
XXIII. 5. Raedt (Willem).
XI. 5. Reitz (Karel Koenraad).
XI. 4. Reitz (Wilhelm Otto).
XI. 1. } Rembrandtsz van Nierop (Dirk).
XXI. 9. }
XVIII. 1. Riese (Adam).
XXX. 12. Rivet (André).

XV. 2. Van Roomen (Adriaan).
XXIII. 5. De la Rose (R.).
XXX. 15. De Roy (Henricus).
XXIII. 1. Ruse (Hendrik).
XXX. 11. Saumaise (Claude).
XIV. 2. Scaliger Jul. Caes. a Burden filius (Josephus).
XIII. 2. } Van Schooten (Franciscus), vader.
XXI. 7. }
XIII. 6. } Van Schooten (Franciscus), zoon.
XXI. 7. }
XIII. 7. Van Schooten (Pieter).
XXI. 8. Van Schooten (Jan Olfers).
XXX. 11. Schotanus (Bernard).
XXIII. 2. Van der Schuere Menenaer (Jacob).
II. 1. Semeyns (Meindert).
XXX. 2. Stampioen (Johan Jansz.).
XXI. 7. } Stampioen (Johan Jansz.), zoon.
XXX. 3. }
XXI. 8. } Stevin (Simon).
XXV. 26. }
XXX. 17. Studler van Sureck van Bergen (Antonius).
I. 5, 8. } Vlack (Adriaen).
III. 6—11. }
VI. Vooght (Claes Jansz.).
XXI. 7. } Waessenaer (Abel W.).
XXX. 4. }
XXX. 4. Waessenaer (Jacobus a).
XVI. 4. Waeywel (Daniel).
XXX. 17. Van Wicquefort (Abraham).
XXX. 17. De Wilhem (David le Leu).
XXIII. 2. Wils (Pieter).

LIJST VAN DE BOEKEN,

BESCHREVEN OF AANGEHAALD IN DE

BOUWSTOFFEN VOOR DE GESCHIEDENIS DER WIS- EN NATUURKUNDIGE WETENSCHAPPEN

IN DE NEDERLANDEN, N°. XVIII—XXX.

DOOR

D. BIERENS DE HAAN.

B.	A.	§	
XXVIII.	10.		**R. Andala*, Dissert. Philos. Pentas. 1712. 4°.
XXI.	46.		**C. M. Anhaltin*, Gulden Schole van den grooten Zeevaert. 1658. 4°.
	47.		*C. M. Anhaltin*, Slot en Sleutel van de Navigation. 1659. 4°.
	48.		**C. M. Anhaltin*, Oprechte Ruytcaert van de groote Zeevaert. 1659. 4°.
	4.	1.	**C. M. Anhaltin*, Half slapende Aenspraecke. 1663. 4°.
	7.	2.	**C. M. Anhaltin*, Schoolboeck van de Wijnroeyeryen. 1663. 4°.
XXIII.	17.	6.	*C. M. Anhaltin*, Konstryck Handboeckjen.
XIX.		4.	*Augoyat*, Aperçu histor. sur les Fortifications. 1860—64.
XXIX.	1.		*Baillet*, La vie de Mr. des Cartes. 1691. 4°.
	2.		*Baillet*, id. op. abrégé. 1693. 12°.
XIX.		4.	*Bardin*, La Topographie par les plans reliefs. 1855.

B.	A.	§	
XXI.	51.		*A. de Bie*, Encyclopaedia mathematica. 1647. folio.
XX.	4.	4.	*W. J. Blaeu*, Het licht der Zeevaert. 1618. folio.
	5.	5, 6, 7.	*W. J. Blaeu*, Seespieghel. 1651. folio.
	6.		*W. J. Blaeu*, De groote Zeespiegel. 1655. folio.
XIX.	1.	5.	**M. Bolstra*, Kaart der Merwede. 1740. folio.
	6.	9.	*M. Bolstra*, Kaart der Maas. 1742. folio.
	22.		**M. Bolstra*, Inspectie der Dijken langs de Leck. 1744. folio.
	23.		**M. Bolstra*, Hoognoodig onderzoek. bederf der Leck. 1749. folio.
	24.		**M. Bolstra*, Middel om zanden en slikken te verdrijven. 1754. 8°.
	25.		**M. Bolstra*, Oorzaken der afneming van het strand. 1755. 8°.
	26.		**M. Bolstra*, Consideratien. 1745. folio.
	27.		**M. Bolstra*, Nadere consideratien. 1749. folio.
	28.		**M. Bolstra*, Kortbondig vertoog. 1755. fol.
XXVIII.	1.		**D. J. Bothnia v. Burmania*, Epistola ad R. Andala. 1713. 4°.
	2.		**D. J. Bothnia v. Burmania*, Dissertatio I. Theses. 4°.
	3.		**D. J. Bothnia v. Burmania*, Uittreksel, seste en Laetste Cap. 1716. 4°.
	4.		**D. J. Bothnia v. Burmania*, Summa thesium. 1721. 4°.
	5.		**D. J. Bothnia v. Burmania*, Kort Summier.
	6.		*D. J. Bothnia v. Burmania*, Oratio Exegatica. 1725. 4°.
	7.		*D. J. Bothnia v. Burmania*, Inleydinge tot de Uytlegginge. 1725. 4°.
	8.	1.	**D. J. Bothnia v. Burmania*, Nieuwe manier en Onderstellinge. 1725. plano.
N. B. XXVIII.		§ 1.	
N. B. XXVIII.		§ 1.	*D. J. Bothnia v. Burmania*, Hypothesis et Methodus Nova. 1725. plano.

B.	A.	§	
XXIX.	3.		*G. van Broekhuizen*, Leven van den Heer Descartes. 1700. 8°.
XIX.		2.	*Ph. Buache*, Essai de Geographie Physique. 1752. 4°.
		2.	*Ph. Buache*, Carte Physique du Canal de la Manche. 1752. folio.
		2.	*Ph. Buache*, Parallele des fleuves. 1753. 4°.
XXI.		4.	**J. Buinga*, Fondament van Italiaens Boekhouden. 1636. 8°.
		4.	**J. Buinga*, Corte Instructie. 1636. 8°.
		4.	**J. Buinga*, Diversche Formen. 1636. 8°.
	49*b*.		**S. Hsz. Cardinael*, Hondert Geometrische Questien. 1612. 8°.
XXIII.	6.		*S. Hsz. Cardinael*, id. opus. 1620. 4°.
	6*b*.		**S. Hsz. Cardinael*, Tractatus geometricus. 1617. 4°.
	2.		**S. Hsz. Cardinael*, Schoolboeken van de Arithmetica. 1644. 8°.
	2*a*.		**S. Hsz. Cardinael*, Id. op. 1670. 8°.
	2*b*.		**S. Hsz. Cavdinael*, Id. op. 1678. 8°.
	12.		*S. Hsz. Cardinael*, Over het Wijn-roeien.
XXX.	26.		*R. des Cartes*, Lettres inédites. Par E. de Budé. 1868. 8°.
	17.		*R. des Cartes*, Oeuvres. Par V. Cousin. 1824—1826. 8°.
XIX.	4.		*R. des Cartes*, Lettres. 1657—1667. 4°.
XXIII.	19.		*A. Cellarius*, Architectura Militaris. 1645. folio.
XIX.		11.	*F. W. Conrad*, Verhandeling. 1848. 4°.
XVIII.		2, 3.	**M. C. Creszfeldt*, Arithmetica. Reeckeninge op de Linien en Cijfferen. 1557. 8°.
XIX.	9.	12.	*N. Cruquius*, 't Hooge Heemraadschap van Delflandt. 1712. folio.
	2.	6.	*N. Cruquius*, De Rivier de Merwede. 1729. plano.
	11.		**N. Cruquius*, Loop en Plaats der Planeten. 1729. 4°.

B.	A.	§	
XIX.	4.		*N. *Cruquius*, Aenmerckingen over de Merwede. 1731. 4°.
	10.		*N. *Cruquius*, Tables du Lever et Coucher du Soleil. 1731. 8°.
	8.		*N. Cruquius*, Copie uit de kaart der Goedereede. 1732. 4°.
	12.		*N. *Cruquius*, Loop en Plaats en Distantie der Planeten. 1732. 4°.
	7.	10.	*N. Cruquius*, Het Eylandt West-Voorn of Goedereede. 1733. plano.
	5.		*N. *Cruquius*, Destructive Remarques. 1735. folio.
	13.		*N. *Cruquius*, Aurora en Vesper. 1735. 8°.
	14.		*N. *Cruquius*, Tegenwoordige Miswyzing der Compassen. 1738. 8°.
	15.	15.	*N. Cruquius*, Afbeeldinge van Rijnlands Waterstaat. 1740. folio.
	17.		*N. Cruquius*, Kaart van de Haarlemmer Meer. 1745. folio.
	18.		*N. Cruquius*, Kaart van de Lek. 1764. folio.
	19.		*N. Cruquius*, Kaart van de Oude Maas. 1770. plano.
	20.		*N. Cruquius*, Kaart van de Nieuwe Maas. 1772. folio.
	3.	7, 8.	*N. *Cruquius*, Rapport van Inspectie. folio.
	16.		*N. Cruquius*, Afbeeldinge van Rijnlands Waterstaat. folio.
	20.		*N. Cruquius*, De vier Ambachtspolder. folio.
XXIII.	6c.		*J. *Psz. Dou*, Tractaat eens mathematische Instruments. Amst. 1620. 8°.
			*Zie verder *Sems.*
	15e.		*C. F. *Eversdijck*, Tractaet van de Wynroede. 1643. 4°.
	15a.		*C. F. Eversdijck*, Pacht-tafelen. 1649. 4°.
	15.		*C. F. *Eversdijck*, Tafelen van de Wannemate. 1655. 4°.

B.	A.	§	
XXIII.	15^{b}.		**C. F. Eversdijck*, Tafelen van Interest. 1663. 4^{0}.
	15^{c}.		**C. F. Eversdijck*, Appendix der Interest-Tafelen. 1663. 4^{0}.
	15^{d}.		**C. F. Eversdijck*, Paste-Boeck van den Broode. 1663. 4^{0}.
	20.		*J. Faulhaber*, Geometria et Mechanica. 1630. folio.
XXII.	9.		*Gemma Frisius*, Cosmographie. 1609. 4^{0}.
	9^{a}.		**Gemma Frisius*, id. opus. 1539. folio.
XXIII.	18.		**Ad. Fritach*, L'Architecture Militaire. 1657. folio.
	18^{a}.		*Ad. Fritach*, id. op. second livre. 1639. folio.
	18^{b}.		*Ad. Fritach*, id. op. trois. livre. 1639. folio.
XXI.	33.		**C. H. Gietermaker*, 't vergulde Licht der Zee-vaert. 1660. 4^{0}.
	40.		**C. H. Gietermaker*, Wederlegginge van Pieter Karsseboom. 1661. 4^{0}.
	41.		**C. H. Gietermaker*, Arithmetica ofte Reken-konst. 1661. 8^{0}.
	42.		**C. H. Gietermaker*, id. op. IIe Deel. 1662, 1663. 8^{0}.
	43.		**C. H. Gietermaker*, Almanach 1662—1700. 1662. 4^{0}.
	3.	1.	**C. H. Gietermaker*, Den Amsterdamschen Geometrischen Brilmaecker. 1663. 4^{0}.
		5.	**C. H. Gietermaker*, Driehoeksreekening. 1665. 8^{0}.
	44.		**C. H. Gietermaker*, De drie Boecken van Onderwijs der Navigatie. 1666. 8^{0}.
	45.		**C. H. Gietermaker*, Aenhangh op Onderwijs der Navigatie. 1666. 8^{0}.
	34.		**C. H. Gietermaker*, 't Vergulde Licht der Zeevaart, door *Fr. van der Huips*. 1671. 4^{0}.
	34^{a}.		**C. H. Gietermaker*, Nieuwe konstige Tafelen. 1671. 16^{0}.

B.	A.	§	
		5.	*C. H. Gietermaker*, 't Vergulde Licht der Zeevaart, door *D. Rembrantz. v. Nierop.* 1683. 4°.
	35.	5.	*C. H. Gietermaker*, id. op., door *J. Sikkena.* 1697. 4°.
	39a.		*C. H. Gietermaker*, De Tafelen der Sinussen. 1702. 4°.
	39.		*C. H. Gietermaker*, 't Vergulde Licht der Zeevaart, door *F. van der Huips.* 1705. 4°.
	35.		*C. H. Gietermaker*, id. op., door *J. Sikkena.* 1707. 4°.
	36.		*C. H. Gietermaker*, id. op., door *C. P. Stuurman.* 1725. 4°.
	37.		*C. H. Gietermaker*, id. op. 1742. 4°.
	38.		*C. H. Gietermaker*, id. op. 1774. 4°.
		5.	*C. H. Gietermaker*, 't Vermaeck der Stuurluyden.
		5.	*C. H. Gietermaker*, 't Vergulden Lichts Vermeerdering.
		5.	*C. H. Gietermaker*, Tractaatje van 't Italiaens Boeckhouden.
	8.		*A. de Graaf*, De Nieuwe Ruytkaart. 1657. 4°.
	9.		*A. de Graaf*, De seven Boecken van de groote Zeevaert. 1658. folio.
	10.		*A. de Graaf*, De Starrekonst. 1659. 4°.
	11.		*A. de Graaf*, Redeneering wegens 't vinden van Oost en West. 1659. 4°.
	12.		*A. de Graaf*, Vier Boecken van de Driehoeksmeetinge. 1659. 4°.
	13.		*A. de Graaf*, Principia Arithmeticae. Rekenkonst. 1662. 8°.
	2.	1.	*A. de Graaf*, Ontleding van den Bril. 1663. 4°.
	17.		*A. de Graaf*, Beginselen van de Algebra of Stelkonst. 1672. 4°.

B. A. §

18. **A. de Graaf*, De geheele Mathesis of Wiskonst. 1676. 4°.

20. **A. de Graaf*, De kleine Schatkamer. 1680. 8°.

20*a*. **A. de Graaf*, Tabulae Sinuum. 1680. 8°.

22. **A. de Graaf*, Instructie van 't Italiaans Boeckhouden. 1688. folio.

23. **A. de Graaf*, id. opus. 1693. folio.

19. **A. de Graaf*, De geheele Mathesis of Wiskonst. 1694. 4°.

14. **A. de Graaf*, Wiskonstige Arithmetica. 1696. 8°

14*a*. **A. de Graaf*, Exemplaar-Boekje van de Arithmetica. 1696. 8°.

21. **A. de Graaf*, De kleine Schatkamer. 1703. 8°.

28. **A. de Graaf*, Inleiding tot de Wiskonst. 1706. 4°.

29. **A. de Graaf*, Analysis of Stelkonstige Ontknoping. 1706. 4°.

21*a*. **A. de Graaf*, De Tafelen der Sinuum. 1707. 8°.

21*b*. **A. de Graaf*, Tafel der voornaamste Zeeplaatsen. 1707. 8°.

30. **A. de Graaf*, De vervulling van de Geometria en Algebra. 1708. 4°.

4. *A. de Graaf*, Kleine schets van 't Boekhouden. 1711. 4°.

4. *A. de Graaf*, Proportie van de cirkelomtrek. 1714. 4°.

4. *A. de Graaf*, Memoriael van 't Boekhouden.

27. **A. de Graaf*, Instruction pour Livres en parties doubles. Par *P. F. Chicot.* 1718. folio.

32. **A. de Graaf*, Formulaire d'un Journal et Grand Livre. Par *P. F. Chicot.* 1718. folio.

B.	A.	§	
	31.		*A. *de Graaf*, Kleine schets van 't Italiaansch Boekhouden. 1728. 8°.
	24.		*A. *de Graaf*, Instructie van 't Italiaans Boekhouden, door *Chicot*. 1728. folio.
	15.		*A. *de Graaf*, Exemplaarboekje van de Arithmetica, door *A. van Dam*. 1761. 8°.
	16.		*A. *de Graaf*, Appendix op 't Exemplaarboekje, door *A. B. Strabbe*. 1761. 8°.
	25.		*A. *de Graaf*, Instructie van 't Italiaans Boekhouden, door *Nic. Struyck*. 1796. folio.
	26.		*A. *de Graaf*, Het Boekhouden gejournaliseerd, door *N. A. Vestieu*. 1806. folio.
XIX.	3.	7, 8.	*'s *Gravesande*, Rapport. 1730. folio.
XXV.	19.	12.	*A. *Hayen*, Een corte onderrichtinge. 1600. 4°.
XXIII.	16.		*Th. *Hoen*, Natuerlycke Astrologye. 1659. 8°.
	23.		*J. *Ph. Holwarda*, Friesche Sterre-konst. 1652. 8°.
XXV.	12.		*V. *Hotman*, Last en Waerdigheyt eenes Ambassadeurs. 1646. 12°.
XXIII.	4.		*D. *van Houcke*, Cijffer-boeck. 1676. 8°.
	21.		*J. *Hudde*, Twee Brieven. 1659. 4°.
XXII.	7.		*R. *Hues*, Tractaet der Globen. 1597. 4°.
	7[a].		*R. *Hues*, Tractatus de Globis. 1617. 4°.
XXX.	29.		*Const. *Huygens*, Ghebruik en Onghebruik van 't Orghel. 1660. 8°.
XXII.	5.		*B. Evertsz. Keteltas*, Het Ghebruyck der Naeld-vviisinge. 1609. 4°.
XXIII.	10.		*A. J. Kops*, Practyck der Stierluyden. 1659. 4°.
XXI.	57.		*C. J. *Lastman*, Konst der Stuurluiden. 1675. 4°.
	57[a].		*C. J. *Lastman*, Aenhangh op Konst der Stuurluiden. 1675. 4°.
	6.	2.	*C. *van Leeuwen*, School-boeck der Wijnroeyeryen. 1663. 4°.
	1.	1.	*C. *van Leeuwen*, Aenhangh genaemt den

B.	A.	§	
			Bril voor de Amsterdamsche belagchelicke Geometristen. 1663. 4°.
	5.	1.	*C. van Leeuwen*, Antwoordt tegen het Laster-Boeckje van K. H. Gietermaker. 1664. 4°.
XXII.	1.	1.	*J. H. Jarichs van der Ley*, Het Gulden Zeghel des grooten Zeevaerts. 1615. folio.
	10.	3.	*J. H. Jarichs van der Ley*, 't Gesicht des grooten Zeevaerts. 1619. folio.
	12.	4.	*J. H. Jarichs van der Ley*, Voyage van 't Experiment. 1620. folio.
XIX.		4.	*J. L. Licka*, in Zeitschrift. 1880.
XXIII.	11.		*J. van Loon*, Klaar Lichtende Noort-Star. 1661. folio.
XIX.	28.		**J. Lulofs*, Kortbondig Vertoog. 1756. folio.
	53ª.		**S. Marolois*, Fortification ou Architecture. 1615. folio.
	53ᵇ.		**S. Marolois*, Opera Mathematica. 1617. folio.
XXI.	53.		**S. Marolois*, Fortificatie. Sterckte Bouwing. 1627. folio.
XXIII.	9.		**G. Melder*, Instructie van Fortificatie. 1664. 8°.
	9ª.		**G. Melder*, Appendix aan de Instructie. 1664. 8°.
	25.		**N. Mulerius*, Tabulae Frisicae Lunae-Solares. 1611. 4°.
XIX.	27.		**A. Mutsert*, Nadere consideratien. 1779. folio.
	13.		*W. Raets*, Practijcque der Wijnroede.
	13ª.		*W. Raets*, id. op. door *M. Coignet*.
XXV.	12ª.		**L. Reael*, Brief aan *J. a. Walbeeck*. 1646. 12°.
XXI.	50.		**D. Rembrantsz. van Nierop*, Nederduytsche Astronomia. 1658. 4°.
	56.		**D. Rembrantsz. van Nierop*, Mathematische Calculatie. 1659. 8°.
	56ª.		**D. Rembrantsz. van Nierop*, Wis-konstige Musyka. 1659. 8°.
	54.		**D. Rembrantsz. van Nierop*, Des Aerdrijcks Beweging en de Sonne stilstant. 1661. 4°.

B.	A.	§	
	55.		*D. Rembrantsz. van Nierop*, Tijdt Beschrijving der Werelt. 1665. 8°.
	55ª.		*D. Rembrantsz. van Nierop*, id. opus. 1675. 8°.
	50ª.		*D. Rembrantsz. van Nierop*, Bijvoeghsel op de Nederd. Astronomia. 1677. 4°.
	56ᵇ.		*D. Rembrantsz. van Nierop*, Tweede Deel op de Wis-konstige Rekening. 1686. 4°.
XXII.	4ª.		*H. Reyersz*, Jaep en Veer of Stuermans Praetjen. 1651. 4°.
		1.	*H. Reyersz*, De vaste Grondt der Loflijcker Zeevaert. 1662. 4°.
	4ᵇ.		*H. Reyersz*, Stuermans Praetjen tusschen Jaep en Veer. 1667. 4°.
XVIII.		1.	*A. Riese*, Rechnung auff der Lynchen und Federn. 1527.
XXV.	20.		*R. Robbertsz*, Breeder Verklaring. 1600. 4°.
XXIII.	14.		*R. de la Rose*, Meet- en Pegel-Boeck. 1639. 8°.
		3.	*J. van der Schuere Menenaer*, Arithmetica. 1600. 8°.
		3ª.	*J. van der Schuere Menenaer*, id. op. 1625. 8°.
		3ᵇ.	*J. van der Schuere Menenaer*, id. op. 1630. 8°.
		3ᶜ.	*J. van der Schuere Menenaer*, Kort onderricht over Italiaans Boekhouden. 1630. folio.
		3ᵈ.	*J. van der Schuere Menenaer*, Arithmetica. 1643. 8°.
		3ᵉ.	*J. van der Schuere Menenaer*, Kort onderricht in 't Boekhouden. 1643. 8°.
	6ᶠ.		*J. Sems & J. Psz. Dou*, Gebruyck der
XXI.	49ª.		Geometr. Instrumenten. 1600. 4°.
	49ᵇ.		*J. Sems & J. Psz. Dou*, Practijck des
XXIII.	6ᵉ.		Lantmetens. 1600. 4°.
XXI.	49ᶜ.		*J. Sems & J. Psz. Dou*, Gebruyck der Geometr. Instrumenten. 1612. 8°.

B.	A.	§	
XXIII.	6.	g.	*J. Sems & J. Psz. Dou*, Gebrauch der geometr. Instrumenten. 1616. 4°.
		a.	*J. Sems & J. Psz. Dou*, Practijck des Landmetens. 1620. 8°.
		b.	*J. Sems & J. Psz. Dou*, Ghebruyck der geometr. Instrumenten. 1620. 8°.
		d.	*J. Sems & J. Psz. Dou*, Practijck des Landmetens en Ghebruyck der geometr. Instrumenten. 16 ? 8°.
XXIV.	1.		*B. de Spinosa*, Stelkonstige Reeckening van den Regenboog. 1687. 4°.
	2.		*B. de Spinosa*, Reeckening van konsten. 4°.
	7.		*B. de S[pinosa]*, De Nagelatene Schriften. 1678. 4°.
XXX.	1.		*J. J. Stampioen*, Nieuwe Tafelen der Polus-hooghte. 1618. 8°.
	2.		*J. J. Stampioen*, Planum coeleste.
	9.		*J. Stampioen de Jonge*, Solutie op de Quaestie. 1638.
	10.		*J. Stampioen de Jonge*, Questie aen de Batav. Ingenieurs. 1638.
	11.		*J. Stampioen de Jonge*, Openbaring der valsche Practycken. 1638. 4°.
	14.		*J. Stampioen de Jonge*, Wiskonstige ontbinding. 1638. plano.
	15.		*J. Stampioen de Jonge*, Problema Astronomicum & Geometricum. 1638.
	3.		*J. Stampioen de Jonge*, Algebra ofte Nieuwe Stel-Regel. 1639. 4°.
	18.		*J. Stampioen de Jonge*, Dagh-Vaerdbrief. 4°.
	19.		*J. Stampioen de Jonge*, Tweeden Dagh-Vaerdbrief. 4°.
	21.		*J. Stampioen de Jonge*, Derde Dagh-Vaerd brief. 4°.
	23.		*J. Stampioen de Jonge*, Wiskonstigh Ende Redenmatigh Bewijs. 1640. 4°.

B.	A.	§	
XXX.	24.		*J. Stampioen de Jonge*, Aenhangh op het Bewijs. 1640. 4°.
	25.		*J. Stampioen de Jonge*, Vervolgh op zijn Bewijs. 1640. 4°.
	27.		*J. Stampioen de Jonge*, Verclaringe over het Gevoelen. 1640. 4°.
	4.		*J. Stampioen de Jonge*, Kaert van Schielandt. 1660. folio.
	6.		**W. J. Stampioen*, Ephemerides sive Annalis ofte Dagelyckx Journael. 1640. 4°.
XXV.	36.	25.	**H. Stevin*, Filosofisch Bedrijf. 1667. 4°.
	37.		**H. Stevin*, Plaetboec. 1668. 4°.
	2.	2.	**S. Stevin*, Tafelen van Interest. 1582. 8°.
	3.	3.	**S. Stevin*, Problematum Geometricorum Libri V. 1583. 4°.
	1ª.	1.	**S. Stevin*, De Thiende. 1585. 8°.
	4ª.	4.	*S. Stevin*, Dialectike. 1585. 8°.
	5.	5.	*S. Stevin*, Arithmetique. 1585. 8°.
	5ª.		*S. Stevin*, La Pratique d'Arithmetique. 1585. 8°.
	7.	6.	**S. Stevin*, De Beghinselen der weeghconst. 1586. 4°.
	7ª.		**S. Stevin*, De Weeghdaet. 1586. 4°
	7ᵇ.		**S. Stevin*, De Beghinselen des Waterwichts. 1586. 4°.
		7.	*S. Stevin*, De motu coeli. 1589.
	9.	8.	*S. Stevin*, Vita Politica. 1590. 8°.
	13.	9.	*S. Stevin*, Appendice Algebraique. 1594. 8°.
	14.	10.	**S. Stevin*, Sterctebouwing. 1594. 4°.
	15.	11.	*S. Stevin*, Havenvinding. 1599. 4°.
	16.		*S. Stevin*, Limeneuretiky. 1599. 4°.
	17.		*S. Stevin*, Le Trouve-port. 1599. 4°.
	18.		*S. Stevin*, The Haven-Finding Art. Ed. *Ed. Wright.* 1599. 4°.
XXI.	52.		**S. Stevin*, Wiskonstige Gedachtenissen, 1608. folio.

B. A. §

XXV. 21, 22. 13. *S. *Stevin*, Hypomnemata Mathematica. 1608. folio.

23. 14. *S. *Stevin*, Mémoires Mathematiques. 1608. folio.

24. 15. *S. Stevin*, Vorstelijcke Bouckhouding. 1605. folio.

25. *S. Stevin*, Livre de compte de Prince. 1608. folio.

8. 7. *S. *Stevin*, Vita politica. 1611. 4°.

27. 17. *S. *Stevin*, Castrametatio. Legermeting. 1617. folio.

27ª. *S. *Stevin*, Nieuwe Manier van sterckte-bou. 1617. folio.

29, 30, 30ª. 18. *S. *Stevin*, La Castrametation. 1618. folio.

29ª, 30, 30ª. 18. *S. *Stevin*, Nouvelle Maniere de fortification. 1618. folio.

31. 19. *S. Stevin*, Festung-Bauung. 1618. 4°.

15ª. *S. Stevin*, Haven-vinding. 1621. 4°.

4. *S. *Stevin*, Dialectike. 1621. 8°.

31ª. *S. Stevin*, Festung-Bauung. 1623. 4°.

14ª. *S. *Stevin*, Sterckten-Bouwingh. 1624. 4°.

15ᵇ. *S. Stevin*, Havenvindingh. 1624. 4°.

6. *S. Stevin*, Arithmetique. 1625. 8°.

26. *S. *Stevin*, Bericht der Calculation. 1628. 8°.

26ª. *S. Stevin*, Tabulae sinuum tangentium. 1628. 8°.

32. *S. Stevin*, Wasser-Baw. 1631. 4°.

28. *S. *Stevin*, Castrametatio Legermeting. 1633. folio.

28ª. *S. *Stevin*, Nieuwe Manier van Sterctebou. 1633. folio.

33. 20. *S. *Stevin*, Oeuvres Mathematiques. 1634. folio.

6. *S. Stevin*, Vita Politica. 1646. 12°.

34. 21. *S. *Stevin*, Materiae Politicae. 1649. 4°.

B.	A.	§	
XXV.	34a.		*S. Stevin*, Verrechtingen van Domeine. 1650. 4°.
	18a.		*S. Stevin*, The Haven Finding Art. 1657. 4°.
		24.	*S. Stevin*, Grondsteen van vaste regeering.
	10.		*S. Stevin*, Vita Politica. 1684. 4°.
	35.		*S. Stevin*, Verh. van politie, finance en architecture. 1686. 4°.
		17.	*S. Stevin*, Gemeene Regel.
		24.	*S. Stevin*, Grondsteen van vaste regeering. 1754.
XXVI.			*S. Stevin*, Spiegeling der Singconst.
XXVII.			*S. Stevin*, Van de Molens.
N. B. XXV.		19.	*S. Stevin*, Currus Veliferi Princ. Mauritii. 1652. in plano.
XXII.		2.	*A. de Veen*, Gebulte Pascaert.
XIX.	26.		**C. Velzen*. Consideratien. 1745. folio.
			**C. Velzen*, Nadere consideratien. 1749. folio.
XXIII.		3.	**H. Waningen*, Tresoor van 't Italiaens Boeckhouden. 1629. folio.
			H. Waningen, 't Recht Gebruyck van 't Italiaens Boeckhouden. 1672. 4°.
XXX.	7.		**A. W. Waessenaer*, Tafelen op Winninghe. 1650. 12°.
	8.		**J. Waessenaer*, Arithmetische Practijck. 1620. 8°.
	12.		*J. Waessenaer*, Questien. plano.
	13.		*J. Waessenaer*, Aenmerckingen op den Nieuwen Stel-Regel. 1639. 4°.
	20.		*J. Waessenaer*, Antwoord op den Dagvaerd brief. 4°.
	22.		*J. Waessenaer*, Tijtraeminge. plano.
	28.		**J. Waessenaer*, Den onwissen Wisconstenaer. 1640. 4°.
XXIV.	5.		**J. de Witt*, Elementa Curvarum Linearum. 1659. 4°.
	6.		**J. de Wilt*, Waerdije van Lijfrenten. 1671, in folio.

B.	A.	§	
XXIV.	6a.		*J. de Witt*, id. op. Feestgave. 1879. folio.
XIX.	3.	7, 8.	*J. Wittichius*, Rapport. folio.
		2.	*W. Wolkenhauer*, Zur Geschichte der Tiefen Messungen. 1879.
XX.	1.	1.	Dit is de Caerte van der Zee. 1541. 8°.
	2.	2.	Dit is de Caerte van de Suyd-Zee. 1541. 8°.
	3.	3.	Dit is die ordinancie. 1541. 8°.
N. B. XX.	3.		Reproductie der drie voorgaande werken. 1884.
XXIV.	6b.		Corte onderrichtinge. 1597. 4°.
	6c.		Aenhangh tot de onderrichtinge. 1597. 4°.
	6a.		Feestgave. 1879. folio.

NASCHRIFT

OP DE IN DEEL III BLZ. 140 EN VERVOLGENS

GEGEVENE *MEDEDEELING* BETREFFENDE VERIFICATIE VAN KILOGRAMMEN,

DOOR

J. A. C. OUDEMANS.

Op den arbeid, waarvan in de het voorgaande Deel, bepaaldelijk blz. 140—192, verslag is gegeven, berust eene onzekerheid. Bij gebrek aan het platina Standaardkilogram, dat verzegeld in bewaring was bij de Kon. Akademie van Wetenschappen, had ik, zie blz. 149, bij mijne wegingen gebruik gemaakt van het met kwik gevuld glazen kilogram, genaamd G_2, dat door de Commissie STAMKART, LOBATTO, OUDEMANS, in 1856 met het platina Standaardkilogram vergeleken was.

Hoewel nu aangenomen mag worden, dat »omtrent de onveranderlijkheid, althans omtrent het onveranderd gewicht van dit kilogram wel geen redelijke twijfel zijn kan", was het toch wenschelijk dat het geheele onderzoek besloten werd met eene herhaalde vergelijking er van met het platina Standaardkilogram; immers mijn arbeid, die veel tijd gekost had, zou zijne waarde geheel verliezen, indien na eenige jaren bleek, dat het glazen kilogram G_2 niet meer evenveel van het platina kilogram verschilde als in 1856. Deze weging herhaalde malen te Amsterdam te moeten uitvoeren, had voor mij te veel bezwaren in; maar toen nu eenmaal de Natuurkundige Afdeeling zich in de laatste Aprilvergadering vereenigd had met het advies der akademische Commissie van Standaardmeter en -kilogram, omtrent het aan de Afdeeling door den Minister van Binnenlandsche Zaken,

op verzoek van zijn ambtgenoot van Waterstaat, Handel en Nijverheid, in handen gestelde voorstel van de Rijks-Commissie, belast met het overbrengen uit Parijs van de nieuwe standaardmeters, van welk voorstel een onderdeel was, de standaarden van maat en gewicht over te brengen naar de Polytechnische school te Delft, deed ik, na uiteenzetting der daartoe leidende overwegingen, aan laatstgenoemden Minister het voorstel »'s Konings toestemming te verzoeken om het bij de Kon. Akademie van Wetenschappen in bewaring zijnd platina Standaardkilogram te ontzegelen, met in achtneming der vormen, omschreven in Art. 2 van het Kon. Besluit van 16 November 1871, N°. 20, en mij verder te vergunnen daarmede het gebruikte glazen kilogram te vergelijken". Maar ik voegde er bij: »Deze vergelijking wenschte ik, zoo eenigszins mogelijk, bepaaldelijk te doen in de opzettelijk ingerichte weegkamer van het Physisch kabinet te Utrecht; de groote balans van den Heer Olland, aldaar aanwezig, waarmede ook al mijne verificaties zijn geschied, is, zoowel wat wijze van opstellen (op eene tafel, die, midden in eene kamer, op geïsoleerde fundamenten rust), als wat nauwkeurigheid aangaat, te verkiezen boven de balans van Becker, bij de Kon. Akademie van Wetenschappen aanwezig, en het vereischt geen betoog, dat in den tegenwoordigen tijd het transport van Amsterdam naar Utrecht en terug, waarvoor ik mij overigens verantwoordelijk stel, geen bezwaar hoegenaamd uitmaakt, terwijl de vergelijking der genoemde gewichten, die op verschillende dagen dient herhaald te worden, in mijne woonplaats zelve uitgevoerd, geene reis- en verblijfkosten veroorzaakt. Indien de thans aanhangige overplaatsing der standaarden van maat en gewicht naar Delft haar beslag mocht krijgen, zou de terugbrenging naar laatstgenoemde plaats kunnen geschieden".

Nadat het door den Minister hieromtrent bij de Afdeeling ingewonnen advies gunstig geluid had, had ingevolge machtiging van den Minister van Waterstaat enz. de ontzegeling van het kilogram plaats op den 27sten Mei jl. door den Heer de Marez Oyens, daartoe door den Minister van Waterstaat aangewezen, tegenover den Secretaris der Natuur-

kundige Afdeeling en mijzelf, als Commissie ad hoc door den Voorzitter benoemd. Van de ontzegeling en het ongeschonden bevinden van het platina Standaardkilogram werd proces-verbaal opgemaakt.

Toen nu dit kilogram door mij naar Utrecht was overgebracht, ontving ik van mijn ambtgenoot BUYS BALLOT ook de vergunning, de wegingen op het Physisch Kabinet te vervolgen. Ik had mij voorgesteld, tien vergelijkingen van het glazen kilogram G_2 met het platina Standaardkilogram, dat wij voortaan weder P zullen noemen (zie blz. 184), te verrichten, ten einde omtrent het verschil nu de noodige zekerheid te verkrijgen.

Al dadelijk wachtte mij een langwijlige voorloopige arbeid. Voor het verrichten van dergelijke wegingen, als waarvan hier sprake is, heeft men namelijk goed geverifieerde gewichtjes noodig om de verschillen, die twee gewichten in de lucht met elkander schijnen te bezitten, en die gewoonlijk nog geen 100 milligrammen bedragen, nauwkeurig te bepalen. Maar het voor Indië bestemd stel milligramgewichten, dat ik vroeger geheel geverifieerd had, en dat ik voor dat doel gebruikte, was verzonden, en daar er op het Physisch Kabinet geen geverifieerd stel voorhanden was, en ook de Heer OLLAND een dergelijk stel niet bezat, schafte ik mij een nieuw stel gewoon, d. w. z. niet met de uiterste zorg geverifieerd, maar toch geijkt stel aluminium-milligramgewicht aan, en verifieerde dit met alle zorg. Ten einde niet weder geheel van het kilogram te behoeven af te dalen, nam ik het standaard-gram van den Heer OLLAND, dat naar zijne verzekering zeer nauwkeurig was, tot grondslag aan. Het stel moest te samen één gram wegen, en bestond uit de 12 gewone stukken, d. w. z. 500, 200, 100, 50, 20, 10, 10, 5, 2, 2 en 1 milligram. Het gewicht in milligrammen was op elk stuk in cijfers gestempeld. Ter aanduiding der gewichtstukjes zelve heb ik deze cijfers tusschen haakjes gebruikt, en een van de dubbel aanwezige stukken, nl. dat, hetwelk ik voorzien had van een ingestempeld lijntje onder het cijfer, door een accent onderscheiden.

Het bleek al spoedig, dat, als het standaardgram van

den Heer Olland goed was, al de milligramgewichten bij elk ander 3 tot 4 milligram te zwaar waren, zoodat voor de vergelijking van het geheele stel tegen het genoemde standaardgram, dat wij vooronderstellen juist te zijn, en dus 1000 zullen noemen, de beide stukken (2)′ en (1) van het stel moesten afgenomen worden. Voor de weging werd de essaaibalans van het Physisch Kabinet te Utrecht aangewend, waarvan 1 deeltje overeen kwam ongeveer met 0,13 mgr. De schaal van deze balans had haar nulpunt in het midden, maar om geene negatieve aflezingen te verkrijgen, had ik er eene zorgvuldig bewerkte papieren verdeeling over gehangen, waar zich het nulpunt aan het rechteruiteinde bevond. Bij elke weging werd 4 maal omgelegd, werden dus 5 stel aflezingen gedaan, en voor elk stel vijf uiterste standen der naald waargenomen, dus in het geheel 25. Is de m. f. van elke aflezing van een uitersten stand der naald $= m$, dan is de m. f. van het resultaat van zulk eene weging $= \frac{5}{24} m$.

Bij gebrek aan een standaardmilligram nam ik het stukje van het stel (1), als eenheid aan. Dit werd ook uitsluitend gebruikt om de gevoeligheid der balans te bepalen. Stellen wij kortheidshalve:

$$(200) + (100) + (100)' + (50) + (20) + (10) + (10)' + (5) + (2) = a$$
$$(50) + (20) + (10) + (10' + (5) + (2) + (2)' = b$$
$$(5) + (2) + (2)' + (1)' = c,$$

dan geven de wegingen:

14 Juni	$(500) + a$	$= 1000 + 0{,}438\,(1),$	
15 »		$= 1000 + 0{,}446\,(1),$	
gemiddeld: . .	$(500) + a$	$= 1000 + 0{,}442\,(1),$	
	$(500) - a$		$1{,}348\,(1);$

hieruit

$$(500) = 500 + 0{,}895\,(1),$$
$$a = 500 - 0{,}453\,(1).$$

Verder :

$$
\begin{aligned}
(200) &= (100) + (100)' - 0{,}305\ (1),\\
(200) &= (100) + b - 0{,}146\ (1),\\
(200) &= (100)' + b - 0{,}201\ (1),\\
(100)' &= (100) + 0{,}053\ (1),\\
(100) &= b + 0{,}096\ (1),\\
(100)' &= b + 0{,}155\ (1),
\end{aligned}
$$

waaruit

$$
\begin{aligned}
(200) &= 2\,b - 0{,}048\ (1),\\
(100)' &= b + 0{,}1545\ (1),\\
(100) &= b + 0{,}0995\ (1).
\end{aligned}
$$

Nog verder

$$
\begin{aligned}
(20) &= (10) + (10)' + 0{,}346\ (1),\\
(20) &= (10) + c - 0{,}082\ (1),\\
(20) &= (10)' + c - 0{,}022\ (1),\\
(10)' &= (10) - 0{,}055\ (1),\\
(10) &= c - 0{,}371\ (1),\\
(10)' &= c - 0{,}428\ (1),
\end{aligned}
$$

waaruit

$$
\begin{aligned}
(20) &= 2\,c - 0{,}4515\ (1),\\
(10)' &= c - 0{,}4275\ (1),\\
(10) &= c - 0{,}37075\ (1).
\end{aligned}
$$

Eindelijk:

$$
\begin{aligned}
&14\text{ Juni }\ldots\ldots\ (2)' - (2) = -0{,}047\ (1)\\
&15\ \text{»}\ \ldots\ldots\ = -0{,}058\ (1)\\
&(2) = 1{,}960\ (1)\\
&(2)' = 1{,}906\ (1)\\
&(5) - (2) - (2)' - (1) = -0{,}165\ (1)
\end{aligned}
$$

waaruit

$$
\begin{aligned}
(5) &= 4{,}701\ (1)\\
(2) &= 1{,}9594\ (1)\\
(2)' &= 1{,}9066\ (1).
\end{aligned}
$$

Hierbij tellende

$$(1) = 1{,}0000\ (1)$$

hebben wij

$$c = 9{,}5670\ (1).$$

Door substitutie verkrijgen wij verder (10), (10)', (20), b, daarna (100), (100)', (200), a, en eindelijk (500) in (1) uitgedrukt, hierdoor de vergelijking

$$\begin{aligned} 456{,}9409\ (1) &= 500 \\ (1) &= 1{,}09423325 \text{ mgr.} \end{aligned}$$

en ten slotte:

(500) =	500,979 mgr.	(10) =	10,063 mgr.
(200) =	200,493 »	(10)' =	10,001 »
(100) =	100,382 »	(5) =	5,144 »
(100)' =	100,442 »	(2) =	2,144 »
(50) =	50,392 »	(2)' =	2,086 »
(20) =	20,443 »	(1) =	1,094 »

Het geheele stel = 1003,663 mgr.

Bij de herleiding dezer verificatie is geene herleiding tot het luchtledige toegepast. Daar aluminium lichter dan koper is, zouden deze getallen dus nog iets, nl. 1,000311 maal grooter moeten zijn. Maar daar de wegingen ook in de lucht plaats hadden, is de fout niet grooter dan wanneer geelkoperen milligramgewichten gebruikt waren, en dus onmerkbaar *).

Door de overtollige en de herhaalde wegingen hebben wij gelegenheid, de m. fout van elke weging te berekenen, wij vinden daarvoor

$$m' = \sqrt{\frac{133{,}40}{18-9}} = 3{,}85 \text{ d. i. } = 0{,}00385 \text{ mgr.},$$

*) Ik merk hier nog op, dat bij al de wegingen ook van 1885 en 1886 evenzoo verwaarloosd is het verlies in de lucht van de kleine gewichtjes Δ_1, Δ_2 enz. en Δg.

dus nog iets minder dan vroeger, zie blz. 165. Is deze waarde $= \frac{5}{24} m$, dan zou $m = 0{,}0185$ mgr. $= 0{,}14$ deeltje zijn.

De zes kleinste der hier vermelde gewichten hebben nu en dan bij de wegingen dienst gedaan.

Eene proef voor de onderstelling, dat het standaardgram van den Heer OLLAND goed was, werd door de weging der kleine gewichtjes Δg en Δ_5 opgeleverd. Ik vond nl.:

22 Juni $\Delta g = (50) + (10) + (5) -$ 24,200 kd.
$\Delta g + (1) = (50) + (10) + (5) +$ 6,512 kd.
} dus 1 kd. = 0,03563 mgr.

11 Aug. $\Delta_5 + (10) = (100) - 4{,}078$ kd.
$\Delta g + \Delta_5 = (100) + (50) + (5) + 28{,}267$ kd.

12 Aug. $\Delta g = (50) + (10) + (2) + (2)' + 1{,}521$ kd., en 1 kd. $= 0{,}035895$
$\Delta_5 + (10) = (100) - 4{,}0345$ kd., en 1 kd. $= 0{,}035795$
$\Delta g + \Delta_5 = (100) + (50) + (2) + (2)' - 2{,}495$ kd. en 1 kd. $= 0{,}035606$.

Voor 11 Augustus aannemende 1 kd. $= 0{,}035708$, afgeleid uit de bepalingen van 22 Juni en 12 Augustus, doch de eerste der bepalingen van den laatsten dag slechts het halve gewicht toekennende, omdat het milligram ((1) = 1,094 mgr.) toen niet op *beide* schalen gelegd is, vinden wij:

	Δg.	Δ_5.	$\Delta g + \Delta_5$.
1ste bepaling:	64,737	(90,1739)	(154,9088)
2de »	64,739	90,1753	154,9152
Aangenomen:	64,738	90,1753	154,9152
Vroeger gevonden, zie blz. 165:	64,742	90,1815	154,9235
dus nu meer:	0,004,	0,0062,	0,0083,

of

$$\frac{1}{16000}, \quad \frac{1}{14500}, \quad \frac{1}{18700}.$$

De laatste breuk aannemende, zou er dus een verschil van 0,05 mgr. bestaan, tusschen dit gram en hetgeen ik vroeger, krachtens de verificatie van het voor Indië bestemde stel gewichten, voor een gram moest houden; eene grootheid waarvoor moeielijk is in te staan, daar die verificatie hoofdzakelijk met de minder gevoelige groote balans moest geschieden.

Hadde ik het voornemen gehad, acht in plaats van tien vergelijkingen van G_2 met P te verrichten, dan zou ik na die acht vergelijkingen het onderzoek als gesloten geëindigd hebben. Maar onverwacht toonden de 9de en 10de vergelijking eene vermindering in gewicht van G_2 aan, die mij noopte de reeks vergelijkingen nog niet te sluiten. Zonderling genoeg bleef die vermindering nog eenigen tijd, hoewel langzaam, aanhouden, en daar ik niet met de wegingen wilde ophouden, voordat de vermindering tot staan gekomen was, duurde het tot in Augustus, eer ik tot sluiting der wegingen kon overgaan. De vochtigheidstoestand der lucht is blijkens de aflezingen van den psychrometer den 22sten Juni niet zoo sterk veranderd, dat de vermindering van gewicht van G_2 aan grootere droogte en derhalve aan een verdampen eener laag vocht op de oppervlakte moet toegeschreven worden, en de eenige aannemelijke gissing, die ik omtrent het verschijnsel, nl. het plotselinge afnemen van het gewicht van G_2 van 22 op 23 Juni maken kan is deze, dat ik wellicht, zonder daarvan aanteekening te houden, den 22sten Juni na de wegingen het kilogram G_2 met een schoonen doek eens afgeveegd en daardoor wellicht eene aanhangende vochtlaag verwijderd heb. Zie hier de resultaten der wegingen, zijnde elk resultaat eigenlijk, evenals vroeger, zie blz. 182, het midden van 2 volledige wegingen.

1887.	G_2—P in milligrammen.	T droog	T nat	Betrekkelijke vochtigheid der lucht.	Corr. van barom. voor vocht.
		beide gecorrigeerd.			
17 Juni 1u,4	6,29	19°,71	17,375	0,79	— 5,035
18 » 2 ,7	6,12	20 ,06	17,82	0,79	— 5,21
20 » 9 ,5	6,14	19 ,915	17,135	0,74	— 4,86
» » 4 ,5	5,99	20 ,575	17,81	0,74	— 4,85

1887.	G_2—P in milligrammen.	T droog	T nat	Betrekkelijke vochtigheid der lucht.	Corr. van barom. voor vocht.
		beide gecorrigeerd.			
21 Juni 10^u,1	6,10	19^0,11	16,28	0,74	— 4,55
» » 3 ,5	6,20	19 ,80	16,375	0,69	— 4,47
22 » 2 ,3	6,21	18 ,89	15,61	0,69	— 4,24
» » 7 ,3	6,01	18 ,91	16,03	0,73	— 4.46
23 » 10 ,2	5,66	18 ,16	15,71	0,75	— 4,45
» » 6 ,7	5,62	19 ,20	16,63	0,75	— 4,73
24 » 11 ,6	5,60	18 ,30	16,035	0,78	— 4,61
25 » 4 ,5	5,62	19 ,25	17,16	0,80	— 5,02
27 » 1 ,5	5,57	18 ,82	16,48	0,78	— 4,74
30 » 4 ,1	5,55	18 ,55	16,56	0,805	— 4,84
2 Juli 6 ,2	5,57	20 ,73	18,66	0,82	— 5,57
19 » 4 ,0	(5,49)5,54	20 ,10	(18,54)	(0,85)	
1 Aug. 3 ,9	(5,46)5,52	22 ,32	(20,90)	(0,88)	
8 » 4 ,4	5,56	21 ,42	19,00	0,78	— 5,62
10 » 4 ,5	(5,52)5,60	20 ,45	(19,52)	(0,91)	

Er is blijkbaar geen verband te zien tusschen de variaties in het gevonden gewichtsverschil en den vochtigheidstoestand der lucht in de weegkamer.

Wij zien in alle geval, dat wij minder krijgen dan 7,01 mgr., dat naar de wegingen van 1856 voor het verschil G_2—P was aangenomen. Het midden der eerste 8 resultaten is:

17—22 Juni . . . . . 6,13 mgr..

Het midden der elf volgende,

23 Juni—10 Augustus. . . . 5,58 mgr..

Omtrent 12 Juli, 1 en 10 Augustus moet ik opmerken, dat het verschil tusschen natten en droogen thermometer toen minder was dan gewoonlijk. Het is mij den 10^{den} Augustus gebleken, dat het neteldoeksch lapje, dat om den bol van den vochtigen thermometer gebonden was, en in een bakje met water, onmiddellijk onder dien bol, afhing, het water niet goed meer opzoog, zooals vroeger, zoodat het thans noodig was, den bol van dezen thermometer vóór

de aflezing onder te dompelen, en eenigen tijd later pas af te lezen. Ook was de hoogere vochtigheidstoestand der lucht, zooals die tusschen haakjes aangegeven is, geheel in strijd met de werkelijkheid, daar de maanden Juli en Augustus zich eerder door droogte dan door vochtigheid kenbaar maakten. Ik heb dus bij de herleiding het verschil der beide thermometers, voor deze dagen, = 2,5 mM. aangenomen, en daarnaar de resultaten der wegingen veranderd.

Er bestaat nu ongelukkig eene onzekerheid, hoeveel de wegingen van 1885 en '86, waarbij $G_2 - P = 7{,}01$ mgr. was aangenomen, verbeterd moeten worden. Volgens ons eerste resultaat zou het zijn met — 0,88, volgens het tweede met — 1,43 mgr. Doch deze onzekerheid was op te lossen, doordien het verguldkoperen Standaardkilogram N⁰. 5, van het Physisch Kabinet te Utrecht, ter beschikking was. Wij hebben op blz. 184 gezien, dat drie volkomen met elkander overeenstemmende wegingen voor dit kilogram gegeven hebben

$$N^0.\ 5 - P = -1{,}14 \text{ mgr.}$$

terwijl ik nu gevonden heb:

27 Juni	— 2,68 mgr.
30 »	— 2,795 »
2 Juli	— 2,74 »
11 Aug. . . .	— 2,89 »
Gemiddeld. . .	— 2,78 mgr.

Gevende een verschil van — 1,64 mgr., dus nog iets meer dan het grootste der bovenstaande getallen.

Eene bevestiging ontving dit getal door het Standaardkilogram S den Munt, dat zie blz. 191, den 11den en 13den November 1886 gevonden was 15,57 te zwaar te zijn, terwijl bij de weging van 11 November G_2, bij die van 13 November N⁰. 5 tot vergelijking gediend had. De gelijkheid der op die beide dagen verkregene uitkomsten bewijst dat G_2 toen even zwaar woog als in April. Op aanzoek van ons

geacht medelid VAN RIEMSDIJK, president van het Munt-Collegie, heb ik dat kilogram op nieuw vergeleken en bevonden:

19 Juli 1887: S — P = 14,10 mgr.

waarbij weder de aanwijzing van den vochtigen thermometer volgens het boven aangevoerde verbeterd werd. Dit geeft dan ook een verschil van 1,47 mgr. met 1886. Vereenigen wij beide getallen naar de hun toekomende gewichten, dan verkrijgen wij voor de correctie:

$$\begin{array}{lll} -1{,}64 & \text{Gew.} & \frac{12}{7} = \frac{36}{21} \\ -1{,}47 & \text{»} & \frac{2}{3} = \frac{14}{21} \\ \hline -1{,}59 & \text{»} & \frac{50}{21} \end{array}$$

Letten wij nu op hetgeen op blz. 231 aangaande het gewicht van het Nederlandsche platina Standaardkilogram (P) met betrekking tot het kilogramme des Archives (A) gezegd is, dan is dus het resultaat van ons onderzoek:

1°. dat glazen kilogrammen, hoewel het voordeel hebbende, dat zij niet oxydeeren en zeer hard zijn, en derhalve noch door oxydatie zwaarder, noch bij voorzichtig gebruik door slijting lichter kunnen worden, toch eene onzekerheid van 1 tot 1½ milligram kunnen overlaten aangaande hun gewicht;

2°. dat de resultaten, in het vorige verslag medegedeeld, eene correctie moeten ondergaan, waarvan voor de waarschijnlijkste waarde moet aangezien worden — 1,59, zoodat wij dan verkrijgen, in het luchtledige:

N°. 1 (TEYLER)	= P +	1,14 mgr.	= A +	1,49 mgr.
N°. 2 (K.A.v.W.)	= P —	12,23 »	= A —	11,88 »
N°. 4 (O. I.)	= P —	2,09 »	= A —	1,74 »
N°. 5 (Utr.)	= P —	2,73 »	= A —	2,38 »
N°. 6 (Gron.)	= P —	2,05 »	= A —	1,70 »
N°. 7 (Amst.)	= P —	0,49 »	= A —	0,14 »
P″ (Pol. School)	= P —	7,82 »	= A —	7,47 »

v. SWINDEN	(thans)	= P	+	0,19	mgr.	= A	+	0,54 mgr.
FORTIN	(»)	= P	+	152,36	»	= A	+	152,71 »
L_1	(»)	= P	−	13,66	»	= A	−	13,31 »
L_2	(»)	= P	+	54,47	»	= A	+	54,82 »
L_3	(»)	= P	−	40,32	»	= A	−	39,97 »
B	(»)	= P	+	0,05	»	= A	+	0,40 »
Slaper	(»)	= P	+	40,78	»	= A	+	41,13 »
Contraslaper	(»)	= P	+	47,06	»	= A	+	47,41 »
DELEUIL	(»)	= P	+	573,83	»	= A	+	574,18 »
Kilogr. K.N.I.	(»)	= P	+	77,43	»	= A	+	77,78 »

Het woordje (thans) wil zeggen: na de hydrostatische bepaling van het volumen.

Bij de 4 laatste, die niet met G_2, maar met N°. 5 vergeleken waren, is in plaats van de vermindering 1,59, 1,64 toegepast, daar dit resultaat rechtstreeks door N°. 5 was gevonden.

Merkwaardig zijn de geringe verschillen, voor het kilogram van VAN SWINDEN en het kilogram B gevonden. Beide zijn koperen onverniste gewichten.

Utrecht, 12 Augustus 1887.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Zaterdag 25 Juni 1887.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, VAN DER WAALS, BOSSCHA, VAN DIESEN, MICHAËLIS, RAUWENHOFF, BRUTEL DE LA RIVIÈRE, WEBER, ZAAIJER, HOFFMANN, FORSTER, TREUB, MARTIN, MULDER, PLACE, FRANCHIMONT, VAN DORP, RIJKE, ZEEMAN, MAC GILLAVRY, STOKVIS, HOEK, SCHOLS, VAN DE SANDE BAKHUYZEN, VAN BEMMELEN, GUNNING, VAN RIEMSDIJK, en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris.

— Met kennisgeving afwezig de Heeren GRINWIS, HUBRECHT, J. A. C. OUDEMANS en A. C. OUDEMANS JR.

— Het Proces-Verbaal wordt gelezen en behoudens eenige verbeteringen, aan te brengen in het door den Heer VAN DIESEN gesprokene, goedgekeurd.

— Worden gelezen Brieven van Dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van de navolgenden:

1°. J. BOSSCHA, Secretaris der Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem, 18 Juni 1887; 2°. G. C. W. BOHNENSIEG, Conservator van Teylers Stichting te Haarlem, 22 Juni 1887; 3°. J. TIDEMAN, Secretaris van het koninklijk Instituut van Ingenieurs te 's Gravenhage, 20 Juni 1887; 4°. den Minister van Oorlog te Parijs, 16 Mei

1887; 5°. den Bibliothecaris der Université te Bordeaux, 23 Mei 1887; 6°. A. Vivien, Bibliothecaris der Académie nationale des Sciences, Lettres et Arts te Bordeaux, 29 Mei 1887; 7°. A. Défossé, Secretaris der Société Dunkerquoise pour l'encouragement des Sciences te Duinkerken, 30 Mei 1887; 8°. P. L. Sclater, Secretaris der zoological Society te Londen, 19 Mei 1887; 9°. Ehrenberg, Secretaris van de historische Gesellschaft te Posen, 4 Mei 1887; 10°. A. Gruber, Secretaris der naturforschende Gesellschaft te Freiburg i/B, 9 Juni 1887; 11°. Conwentz, Secretaris der naturforschende Gesellschaft te Danzig, 10 Juni 1887; 12°. Buchenau, Secretaris van het naturwissenschaftlicher Verein te Bremen, 1887; 13°. den Secretaris der Société de Physique et d'Histoire naturelle te Genève, 1887; 14°. J. B. de Rossi, Rome, 25 Mei 1887; 15°. L. Cremona, Bibliothecaris der Società Italiana delle Scienze te Rome, 29 Mei 1887; 16°. G. Birio, Secretaris van het R. Istituto di Scienze, Lettere ed Arti te Venetië, 26 Mei 1887; 17°. D. Chilovi, Directeur der Biblioteca nazionale centrale te Florence, 3 Juni 1887; 18°. F. Malmberg, Directeur van het nautisk-meteorologiska Byran te Stockholm, 25 Mei, 1887; 19°. H. Gylden, Stockholm, 26 Juni 1887; 20°. K. Lindeman, Secretaris der kais. Gesellschaft der Naturforscher te Moskau, 25 Mei 1887; 21°. den Directeur van het meteorological Office te Calcutta, 13 Mei 1887; 22°. M. Pera, Onder-Directeur van het Observatorio meteorologico central te Mexico, 14 April 1887; 23°. den Secretaris der Sociedad cientifica Argentina te Buenos-Aires, 12 Mei 1887; aangenomen voor bericht.

— Voorts Brieven ten geleide van boekgeschenken van de navolgenden:

1°. den Minister van Buitenlandsche Zaken te 's Gravenhage, 3 Juni 1887; 2°. Chillemi Patané, Voorzitter der Accademia di Scienze, Lettere ed Arti te Catania, 21 Mei 1887; 3°. den Directeur van het Musée public te Moscou, 18 Juni 1887; 4°. E. C. Pickering, Directeur van het Harvard College Observatory te Cambridge, 23 Mei 1887;

waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de Boekerij.

— Tot de ingekomen stukken behooren: 1°. het bericht van het overlijden van het rustend lid der Akademie, wijlen Jhr. J. R. T. Ortt, op 16 Juni ll. Aan de nagedachtenis van den overledene wordt hulde gebracht door den Voorzitter, en tevens besloten Mevr. de douair. Ortt de deelneming der Afdeeling met het door haar geleden smartelijk verlies te betuigen; 2°. een brief van Z. E. den Minister van Staat, Minister van Binnenlandsche Zaken (3 Juni 1887), het verzoek behelzend om een onderzoek in te stellen omtrent de vraag, of de bliksemafleiders op het Rijks-Museum te Amsterdam doelmatig zijn geplaatst en ingericht. Op verlangen van den Voorzitter, werd dit schrijven onmiddellijk ter kennis gebracht eener Commissie van 3 leden: de Heeren Bosscha, van der Waals en Lorentz, met verzoek, de Afdeeling, zoo mogelijk reeds in hare Juni-Vergadering, te dienen van voorlichting en raad. De Commissie verklaart met hare taak gereed te zijn, waarna de Heer Bosscha het rapport leest, door hem gesteld, en 't welk de Commissie zich voorstelt dat tot antwoord op 's Ministers vragen zou kunnen strekken. In dit rapport wordt hulde gebracht aan de medewerking van de Heeren Directeur van het Rijks-Museum en Architect der Rijks-Museumgebouwen, en voorts de uitkomst van het door de Commissie ingesteld plaatselijk onderzoek medegedeeld. Zij meent dat het geheel der inrichting voor bliksemafleiding reeds den indruk van eene doeltreffende beveiliging geeft, en werd in die opvatting versterkt, toen zij, van één der torens het uitgestrekte samenstel der ijzeren kappen en afleiders overziende, het gebouw als onder eene goed geleidende, met de aarde geleidend verbondene kooi geplaatst zag, hetgeen het meest afdoende stelsel ter bescherming tegen brandgevaar oplevert.

Toch meende de Commissie, dat de voorzichtigheid gebood, nog eenige, nader door haar aangeduide, uitbreiding aan de bliksemafleiding te moeten voorstellen.

Het rapport geeft tot geene discussie aanleiding en wordt

goedgekeurd. Het zal den Minister, als antwoord op Z.E's. vragen, ten spoedigste in afschrift worden toegezonden; 3°. eene missive van denzelfden Minister (18 Juni 1887), ter begeleiding van een request van den Heer HUGO SURINGAR, uitgever te Leeuwarden, waarin deze, onder zekere voorwaarden, zijne medewerking tot het herdrukken van STARINGS geologische kaart wenscht te verleenen. Beide stukken werden in handen gesteld van de Commissie voor de geologische kaart van Nederland, welke echter bij monde van den Heer VAN DIESEN verklaart, nog niet den tijd te hebben kunnen vinden om over de aangelegenheid van gedachte te wisselen, weshalve zij verlof vraagt en verkrijgt om haar oordeel over het voorstel van den Heer SURINGAR later aan de Afdeeling mede te deelen.

— De Heer MULDER biedt voor de *Verslagen en Mededeelingen* twee opstellen aan, nl. 1°. Over urethanen en eenige afgeleiden, en 2°. Over de structuur van paracyaan en cyamelid.

— De Heer MARTIN legt der Afdeeling geognostische kaarten voor van de eilanden Curaçao, Aruba en Bonaire, door hem in West-Indië vervaardigd.

Spreker wijst in de eerste plaats op het gebrekkige der topographische kaarten dezer eilanden, die de nauwkeurige afbakening der formatie-grenzen zeer bemoeilijkten, vooral bij den korten duur der reis. Voor Bonaire en Aruba ontbrak zelfs eene vertrouwbare opgave der astronomische ligging, terwijl de graadindeeling van Curaçao, zooals die op de nieuwste kaart voorkomt, ook nog nadere bevestiging harer vertrouwbaarheid wenschelijk maakt. Het reliëf is op alle kaarten onvoldoende voorgesteld. Spreker was in staat, den topographischen grondslag in menig opzicht te verbeteren, vooral ook door de hulp van den ingenieur F. A. A. SIMONS, die langen tijd op Bonaire verblijf hield en belangrijke geographische gegevens verstrekte. Door den Spreker zelven werden hoogtemetingen gedaan, die als grondslag voor de constructie der profielen hebben gediend.

De oudste formatie op de eilanden wordt door groenschiefers en amphibolieten vertegenwoordigd, hoewel deze slechts in geringe uitgestrektheid op Aruba voor den dag komen en hunne aanwezigheid op de eilanden Curaçao en Bonaire niet is kunnen bewezen worden. Vermoedelijk zijn hier deze oudste sedimenten, die spreker tot de archaeïesche formatie rekent, door de diabasen, welke zich laagvormig over de schieferformatie hebben uitgebreid, geheel overdekt geworden. Diabasen vormen het hoogste gebergte van Aruba en dragen tot den opbouw van het binnenland van Oost- en West-Curaçao in zeer belangrijke mate bij. Ook in het noordelijk Bonaire wordt dat eruptiefgesteente aangetroffen; hier echter meestal slechts op de kruinen van lage heuvels, terwijl het voor het overige door cretaceïsche sedimenten is overdekt geworden.

Na de diabasen zijn quartsdiorieten geërumpeerd, wier voorkomen echter op Aruba beperkt is. Aan de samenstelling van dit eiland hebben voornamelijk de quartsdiorieten deel. Eindelijk worden kleine massa's van diorietporfieren op Aruba, zoowel binnen het gebied der diabasen als binnen dat der diorieten, aangetroffen, die als de jongste eruptiefgesteenten van dat eiland te beschouwen zijn. Op Curaçao komen genoemde porfieren slechts op een enkele plek in de nabijheid van den noordwesthoek voor, terwijl zij op Bonaire geheel ontbreken. Daarentegen is op laatstgenoemd eiland glimmerporfieriet aanwezig, dat hier de hoogste bergen vormt, en buitendien komen in den omtrek daarvan glimmertufgesteenten voor, vermoedelijk tot de glimmerporfieten behoorende.

Cretaceïsche sedimenten vormen een groot deel der oppervlakte van Curaçao, zooals Spreker reeds vroeger gelegenheid had der Afdeeling mede te deelen (Zitting van 27 Maart 1886), en ook op Bonaire zijn dezelfde kiezelschiefers en zandsteenen van het krijttijdvak ontwikkeld; hun aanwezigheid op Aruba kan nog niet met zekerheid aangetoond worden. Vermoedelijk zijn hier de cretaceïsche sedimenten grootendeels of geheel door de erosie der zee vernield en wel in een jongst verloopen tijd.

In het quartaire tijdvak waren namelijk de eilanden bijna geheel met water bedekt, zooals daaruit blijkt, dat quartaire koraalkalken nu tot op eene hoogte van meer dan 200 meters worden gevonden. Alle drie de eilanden vormden in de quartaire periode atollen, doch liepen, zoo te zeggen, bij de daarop volgende opheffing geheel of gedeeltelijk leeg; slechts de binnenwateren, die met de zee in gemeenschap staan, bleven als overblijfsels der vroegere zeebedekking bestaan. Over deze eigenaardige vorming van meeren had spreker ook reeds vroeger gelegenheid hier ter plaatse uitvoeriger te berichten. De koraalkalken zijn op alle drie de eilanden over eene groote oppervlakte, meestal in de nabijheid der tegenwoordige kust, te vinden.

Bij de opheffing vormden zich bijzonder scherpe strandlijnen. De opheffing duurt nog steeds voort, en een gordel van koraalkalken en schelpbanken is pas uit de zee verrezen.

Spreker wees ten slotte op de analogie, die de drie eilanden in haar geologischen bouw zoowel met de Cordillere van de tegenoverliggende kust van Zuid-Amerika, als met de Cordillere der groote Antillen vertoonen.

— De Heer Franchimont bespreekt, naar aanleiding zijner onderzoekingen omtrent de werking van salpeterzuur bij de gewone temperatuur op organische lichamen, eenige voorbeelden van den invloed, dien zoogenoemde negatieve elementen en atoomgroepen uitoefenen op de eigenschappen der verbindingen.

Hij herinnert er met eenige voorbeelden aan, *hoe* de eigenschappen van eenvoudige verbindingen gewijzigd worden door het invoeren van negatieve elementen en atoomgroepen. Sommige dier wijzigingen worden door verschillende groepen teweeggebracht in denzelfden zin, maar met verschillende intensiteit; andere hangen geheel van den aard van het ingevoerde element af; weer andere van de bindingswijze der elementen, terwijl natuurlijk meer dier invloeden zich tegelijk ook kunnen doen gelden. Door in eenvoudige gevallen die wijzigingen onderling te vergelijken, zou men wellicht kunnen komen tot eene relatieve schat-

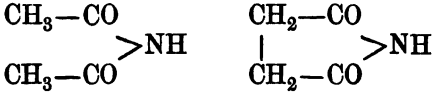
ting van den invloed, door verschillende atoomgroepen en bindingswijzen geoefend. Zoo krijgen soms de aan koolstof gebonden waterstofatomen, onder den invloed van negatieve atoomgroepen, de eigenschap om direct door metalen vervangen te kunnen worden, zelfs die om op hydroxyden te werken, zóó dat er water geboren wordt en de waterstof door metaal wordt gesubstitueerd. Maar ook krijgen diezelfde, aan koolstof gebonden, waterstofatomen soms, door dezelfde negatieve groepen, de in zekeren zin tegenovergestelde eigenschap om gemakkelijker door negatieve groepen vervangen te worden. Voorbeelden hiervan zijn in den laatsten tijd door spreker in vrij groot aantal waargenomen, n.l. van de vervangbaarheid van waterstof door de nitrogroep, bij de werking van werkelijk salpeterzuur bij de gewone temperatuur. Nu eens is het gevormde lichaam onbestendig, dan eens bestendig onder de gewone omstandigheden.

Terwijl methaan door salpeterzuur bij de gewone temperatuur geene verandering ondergaat en azijnzuur evenmin, wordt malonzuur dadelijk aangegrepen; hetzelfde kan men zeggen van aethaan, propionzuur en isobarnsteenzuur. In beide gevallen, malonzuur en isobarnsteenzuur, ontstaat een onbestendig nitroderivaat, dat dadelijk uiteenvalt en verder omgezet wordt; hetzelfde geldt voor andere monosubstitutieproducten van malonzuur, zooals vroeger is medegedeeld. Vergelijkt men dit met hetgeen bij acetylazijnaether en ketonen gebeurt, dan schijnt de groep carbonyl dien invloed te oefenen en wordt deze verminderd door de gelijktijdig aanwezige groep hydroxyl. Eéne carboxylgroep is niet voldoende, twee wel, en deze moeten zich aan hetzelfde koolstofatoom bevinden. Verder van elkaar geplaatst, werkt hun invloed niet op voldoende wijze, want barnsteenzuur b. v. wordt niet veranderd. Of de rol van de groep CO door andere sterk negatieve groepen vervuld worden kan, schijnt nog onzeker, stellig niet door minder negatieve, zooals CH_3 en NH_2, want isoboterzuur, glycocoll enz. worden onder de genoemde omstandigheden niet aangegrepen.

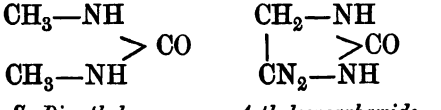
Doch ook aan de aan stikstof gebonden waterstof, die op zichzelve reeds door metalen vervangbaar is, kan de eigen-

schap worden medegedeeld om op salpeterzuur te werken. Terwijl ammoniak en aminen der vetreeks het salpeterzuur niet ontleden, doen de amiden dit wel; hier is dus weer de invloed van de zuurstof of van de groep CO merkbaar; ook hier ontstaan nu eens bestendige, dan weer onbestendige verbindingen. Dit hangt af van hetgeen er verder in het molecuul voorkomt; op vijf verschillende gevallen van werking van salpeterzuur op alkylamiden werd reeds vroeger gewezen. Hier is de invloed van ééne carbonylgroep ook voldoende. Men zou nu wellicht meenen, dat twee dier groepen elkaâr zouden versterken, zoodat de reactie dan nog gemakkelijker plaats vond, doch dit schijnt het geval niet te zijn. Diacetamide schijnt moeilijker te worden aangegrepen dan acetamide; komt hier nog bij dat de groep NH met de overige atomen een gesloten ring vormt, dan houdt de ontleding geheel op; succinimide b. v. wordt door salpeterzuur onder de gewone omstandigheden niet ontleed. Of het aantal atomen hier ook invloed oefent, zal later worden onderzocht.

Het ureum behoort ook tot de amiden en wordt als zoodanig door het salpeterzuur bij de gewone temperatuur ontleed. Deze eigenschap hebben, zooals vroeger werd aangetoond, alle ureumderivaten, behalve die waarin de rest van het ureum met andere elementen een gesloten ring vormt; deze worden niet ontleed. De groep NH echter, die er in voorkomt, is, evenals de groep CO, een negatieve groep en beide zijn in vele opzichten met elkander vergelijkbaar. Men ontmoet hier dan ook iets dergelijks als zooeven voor diacetamide en succinimide vermeld werd:



Diacetamide. *Succinimide*



S. Dimethylureum. *Aethyleencarbamide.*

Het symmetrische dimethylureum b. v. wordt minder ge-

makkelijk door salpeterzuur aangegrepen dan het ureum zelf (en monoaethylureum), terwijl het aethyleencarbamide, waarin de gesloten ring voorhanden is, in 't geheel niet ontleed wordt.

Men heeft hier tevens een voorbeeld van den invloed, dien de negatieve groep NH op de aan koolstof gebonden waterstofatomen oefent, en het blijkt zelfs dat deze invloed grooter is dan die van de groep CO. Aethylideenureum, aangenomen dat het de formule $CH_3-CH\begin{matrix}NH\\NH\end{matrix}>CO$ heeft, wordt, evenals isobarnsteenzuur $CH_3-CH\begin{matrix}COOH\\COOH\end{matrix}$, onmiddellijk door salpeterzuur ontleed, onder vorming van eene nitrokoolwaterstof. Er heeft nitreering plaats gehad, maar het product is onbestendig onder de gewone omstandigheden. Isosuccinylureïde daarentegen geeft een bestendig nitroderivaat, evenals lactylureum en malonylureum. Maar terwijl succinimide niet wordt veranderd door salpeterzuur, geeft aethyleencarbamide (evenals glycoluril) een dinitroderivaat, waarin de nitrogroepen zich naar alle analogie in de groep aethyleen bevinden.

Uit de opgegeven voorbeelden, wier aantal met vele andere, die in de litteratuur voorhanden zijn, vermeerderd kan worden, blijkt niet alleen de groote invloed, dien de bindingswijze der atomen oefent, maar ook, dat de wijziging in eigenschappen, welke een lichaam door het inbrengen van zoogenoemde negatieve atoomgroepen ondergaat, niet alleen verminderen, maar zelfs in eene tegenovergestelde kan overgaan, door het aantal dier negatieve atoomgroepen te vermeerderen of door op eene andere wijze (b. v. het wegnemen van waterstof) het positieve karakter van het lichaam te verlagen.

— De Heer Forster deelt de uitkomst mede van onderzoekingen, onder zijne leiding door Dr. C. B. Tilanus Jr., in het laboratorium voor hygiëne genomen over de bacteriën, waardoor het lichten van visch (in casu gerookte

bokking) veroorzaakt wordt. De belangrijkste bijzonderheden, uit dit onderzoek voortgevloeid, waren :

1°. dat de bedoelde bacteriën niet zonder keukenzout kunnen leven;

2°. dat zij, zuiver gekweekt, binnen 1 à 2 minuten door gedistilleerd water vervormd en gedood worden;

3°. dat zij door hun eigen licht kunnen worden gefotografeerd;

4°. dat zij reeds bij de gewone kamertemperatuur groeien en zich vermenigvuldigen, doch dat eene temperatuur van 30° C. het lichten doet ophouden en eene warmte van 35°—37° ze doodt;

5°. dat zij, afgekoeld bij de temperatuur van smeltend ijs, blijven lichten en leven niet alleen, maar voortgaan met groeien en zich te vermenigvuldigen.

— De Heer VAN BEMMELEN deelt het volgende mede:

De Heer C. HENSGEN, assistent aan het anorganisch scheikundig Laboratorium der Universiteit te Leiden, heeft zich met de vraag bezig gehouden, op welke wijze chloor, zoutzuur en zwavelzuur, onafhankelijk van het tot dusver gebezigde materiaal, uit het in de natuur voorkomende mengsel van chloruren en sulfaten zouden kunnen afgescheiden worden.

De beantwoording dier vraag is thans van groot gewicht voor de chemische industrie, om de twee volgende redenen:

1°. om de overwinning, die het zoogenoemde ammoniak-sodaproces van SOLVAY sedert de laatste jaren op het LEBLANC-sodaproces behaald heeft;

2°. om den grooten voorraad der »Abraum»zouten in de STASSFURTER lagen, uit welke tot nog toe noch zoutzuur, noch zwavelzuur bereid konde worden.

Als de LEBLANC'sche sodabereiding niet meer gevolgd, maar door die van SOLVAY verdrongen wordt, dan zoude het zoutzuur, thans een product van afval, in prijs moeten stijgen. Het chloor van het keukenzout gaat, naar SOLVAY's methode, verloren als waardeloos chloorcalcium.

Thans wordt uit de »Abraum»zouten veel alkalisulfaat

gewonnen, door dubbele omzetting van het chloorkalium en van het chloornatrium met de gips en de zwavelzure magnesia. Wordt vervolgens uit dat alkalisulfaat met kool en kalk alkalicarbonaat bereid, zoo zijn de andere producten der genoemde omzetting, het chloorcalcium en het chloormagnesium, technisch waardeloos en worden in de rivieren weggeworpen. Ook dit chloor gaat verloren.

Mocht het dus in het groot gelukken: 1^0 uit chloormagnesium en chloorcalcium het chloor vrij te maken, of zoutzuur te bereiden langs goedkooperen weg dan volgens de tot hiertoe bekende methoden; 2^0 uit de in STASSFURT gewonnen alkalisulfaten het zwavelzuur af te scheiden, — dan zouden het chloor en het zwavelzuur der »Abraum» zouten behouden zijn. Tevens zou dat zwavelzuur veel zuiverder dan thans het geval is, verkregen worden (vrij van arsenicum enz.).

Wel is eene gansche reeks van nieuwe methoden voorgeslagen om uit chloormagnesium chloor of zoutzuur vrij te maken, maar in de toepassing zijn zij ongeschikt gebleken.

De Heer HENSGEN is indachtig geworden, dat het ijzer wellicht met het magnesium in eene oplossing van $MgCl_2$ zou kunnen omruilen, al wordt daarbij geene warmte gewonnen, omdat het water eene neiging heeft zich met $MgCl_2$ om te zetten. Werkelijk heeft hij bevonden, dat deze reactie in dien zin glad verloopt:

$$MgCl_2\,Aq. + H_2O + Fe = FeCl_2\,Aq. + MgO + H_2 \quad (1)$$

De werking begint reeds beneden 100^0. Twee phasen zijn te onderscheiden. Eerst is de waterstofontwikkeling sterk, vervolgens houdt zij allengs op; als het meeste water verdampt is, treedt zij weder sterker op. Dit laat zich daaruit verklaren, dat magnesiumoxychloruur gevormd wordt, hetwelk eene hoogere temperatuur voor de inwerking van het ijzer vereischt.

Het gevormde $FeCl_2$ laat nu verder eene gladverloopende vrijwording van *chloor* toe, door de inwerking der zuurstof op het drooggeworden residu bij gloeihitte, of wel eene vorming van *zoutzuur* door de inwerking van waterdamp.

$$2\,FeCl_2 + 3\,O = Fe_2O_3 + 6\,Cl \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

$$3\,FeCl_2 + 4\,H_2O = Fe_3O_4 + 4\,HCl + H_2 \quad \ldots (3)$$

Het tevens gevormde ijzeroxyde of ijzeroxyduloxyde kan met de waterstof, die in het proces (1) verkregen wordt, — zooveel noodig aangevuld door kooloxyde en zoogenaamd watergas — weder herleid worden tot ijzer. Daardoor wordt de noodige kringloop van werkingen verkregen.

De mogelijkheid, om op zoo goedkoope wijze uit de in STASSFURT afvallende chloruren *zoutzuur* te bereiden zonder het gebruik van zwavelzuur, laat nu verder toe om, met behulp van dat zoutzuur, uit de natuurlijke sulfaten het *zwavelzuur* te winnen. De Heer HENSGEN heeft zulks vroeger (in 1876) voor het glauberzout aangetoond. Bij genoegzamen toevoer van zoutzuur vallen de chloruren volledig uit, en het zwavelzuur komt in oplossing. Dit behoeft dan slechts ingedampt te worden. De Heer HENSGEN heeft thans nog gevonden, dat ook uit eene oplossing van kaliumsulfaat al het chloruur wordt neêrgeslagen, en dat bij eene magnesiumsulfaatoplossing in de neêrgeslagen kristalmassa slechts weinig zwavelzuur aan te wijzen is. Dit laatste is zeer gewichtig met het oog op de dubbelsulfaten van STASSFURT als bronnen van zwavelzuurbereiding.

In hoeverre de beschrevene reactiën in het groot toepasselijk zijn, moet later blijken.

— Voor de Bibliotheek der Akademie worden aangeboden:

Door den Heer MARTIN: »Beiträge zur Geologie von Niederländisch Westindiën und angrenzende Gebiete", enthaltend Arbeiten von KLOOS, LORIÉ und SCHEPMAN; en door den Heer WEBER een exemplaar der dissertatie van Dr. J. T. OUDEMANS: Bijdrage tot de kennis der Thysanura en Collembola.

— Daar er verder niets te verhandelen is, sluit de Voorzitter de vergadering.

RAPPORT

OVER DE PLAATSING EN INRICHTING DER BLIKSEM-AFLEIDERS

OP HET

RIJKS-MUSEUM VAN SCHILDERIJEN TE AMSTERDAM.

De Minister van Staat, Minister van Binnenlandsche Zaken verzocht, bij missive van 3 Juni 1887, N°. 972, deze Afdeeling een onderzoek in te stellen omtrent de vraag, of de bliksemafleiders op het Rijks-Museum te Amsterdam doelmatig zijn geplaatst en ingericht, en de uitkomsten van dat onderzoek aan zijne Excellentie mede te deelen. De Voorzitter dezer Afdeeling belastte ons met dit onderzoek en gaf den wensch te kennen ons advies in de Vergadering van heden te ontvangen.

Wij hebben ons aanstonds gewend tot den Directeur van het Rijks-Museum en den Architekt der Rijks-Museumgebouwen en mochten van genoemde Heeren, tot het verkrijgen van gewenschte inlichtingen, de meest welwillende medewerking ondervinden. De Heer CUYPERS stelde tot onze beschikking eene teekening van twee platte gronden van het Rijks-Museum en schetsteekeningen van voor- zij- en achtergevels; op deze teekeningen is de plaatsing der vangstangen, dakgeleidingen en putten aangeduid; zij waren vergezeld van eene schriftelijke toelichting en van een monster van den geleidingskabel. De Heer CUYPERS verstrekte ons verder al de inlichtingen die wij verlangden, en verschafte ons de gelegenheid op het dak van een der zuidelijke torens de inrichting der vangstangen en op een der zolders de ge-

leidende verbinding van twee ijzeren daken, waar die door eene muur waren gescheiden, in oogenschouw te nemen. Ook de inrichting der grondleiding werd ons getoond, tot welk doel een der putten was opgegraven en geopend.

Wij vernamen van den Heer CUYPERS, dat hij bij den aanleg den raad had ingewonnen van den bekenden schrijver over dit onderwerp, den Heer MELSENS, lid der Belgische Akademie van Wetenschappen.

Uit een en ander is ons gebleken dat de kapspanten, gordingen en nokken der gezamenlijke daken van het Rijks-Museum een uitgestrekt, uit het oogpunt der electrische geleiding samenhangend raamwerk vormen, hetwelk het geheele gebouw overdekt. Over de nokken der daken, langs den omtrek der torenplatten, bevinden zich bovendien overal doorloopende metaalversieringen, — ijzer met zink bekleed, — die met de ijzeren kappen in goed geleidend verband staan. Waar, door tusschenmuren of, — zooals op de torens, — door ongelijke hoogteligging het natuurlijk verband der ijzeren daken is verbroken, is eene doorgaande geleiding verzekerd door het aanbrengen van kabels van verzinkt ijzerdraad, welke door aanschroeving en soldeering naar den eisch de onderscheidene deelen electrisch verbinden.

Acht afleiders vormen het verband van deze metaalmassa met de grondgeleidingen in even zoovele putten. De afleiders bestaan uit kabels van vijf koorden, elk van 3 roodkoperen draden en gewikkeld om een zoogenaamd gegalvaniseerd ijzeren middendraad. De middellijn van elk der koperdraden bedraagt ongeveer twee millimeter, zoodat de gezamenlijke koperdoorsnede op ongeveer 47 mM^2 kan gesteld worden. De boveneinden zijn verbonden aan vangstangen, eindigende in een koperen kroon van zes armen met platina spitsen, naar het stelsel van den Heer MELSENS. De ondereinden der kabels zijn door loswikkeling der koorden gesplitst en gedompeld in het grondwater, dat zich verzamelt in met hout bekleede en met houtskool gevulde putten.

De afleiders zijn aangebracht op de daarvoor als van zelven aangewezen plaatsen, te weten: aan de torens boven

welker toppen zich de vangstangen verheffen en aan welker voet zich de putten bevinden.

In deze algemeene trekken geeft het geheel der inrichting voor bliksemafleiding reeds den indruk van eene doeltreffende beveiliging. Die indruk wordt nog versterkt, wanneer men van een der torens het uitgestrekte samenstel der ijzeren kappen overziet, waardoor, in verband met de afleiders, het gebouw als onder een goed geleidende, met de aarde geleidend verbondene kooi geplaatst schijnt, wat, zooals bekend is, het meest afdoende stelsel van bescherming tegen bliksemgevaar oplevert.

De Heer architekt maakt in zijne schriftelijke toelichting de opmerking, dat op de nokken der beide zijvleugels en der beide vleugels tusschen de bibliotheek en de directeurswoning, nog vangstangen zouden geplaatst kunnen worden, waardoor zich de beschermende kegeloppervlakte, onder eene helling van 45 graden met den horizon, over alle deelen van het gebouw zou uitstrekken. Ofschoon wij aan den bekenden regel omtrent de beveiligde ruimte geenszins eene volstrekte zekerheid durven toekennen, komt ons de opmerking aangaande wenschelijke plaatsing van vangstangen op de zijvleugels gegrond voor. Wij meenen zelfs dat deze vangstangen door afzonderlijke kabels met afzonderlijke grondgeleidingen in verband gebracht moeten worden. Het geleidend verband van de ijzeren kappen met de aarde zal hierdoor nog beter verzekerd en de gelegenheid gegeven worden deze afleiders, behalve door de vangstangen, nog op een lager gelegen punt rechtstreeks met de ijzeren kappen te verbinden.

Wegens de grootere hoogte der middentorens aan den achtergevel schijnt ons het aanbrengen van vangstaven en afleiders op de vleugels tusschen de bibliotheek en de directeurswoning minder noodig. Veel doelmatiger komt het ons voor, de bibliotheek en de directeurswoning zelven door afzonderlijke afleiders te beschermen. De zuidwaarts vooruitgeschovene plaatsing en de meer brandbare inhoud van deze vrij hooge gebonwen maken zelfs, naar wij meenen, het aanbrengen dezer afleidingen ontontbeerlijk.

Wat de inrichting der afleiders betreft, wij hechten weinig waarde aan het denkbeeld, door den Heer MELSENS vooropgesteld, om door vermenigvuldiging van uitstroomingspunten ook aan dezelfde vangstang, de stille ontlading van voorbijdrijvende onweerswolken te bevorderen. De wel is waar massieve, maar toch dunne platinaspitsen, die bij deze inrichting worden aangetroffen, zouden wij zelfs bij buskruitmagazijnen of fabrieken, op welker daken zich buskruitpoeder kan bevinden, onvoorwaardelijk afkeuren, omdat afgesmolten en weggeslingerde gloeiende metaaldroppels hier gevaarlijk zijn. Op een der torens van het Rijks-Museum is werkelijk reeds een der spitsen door een bliksemslag afgesmolten geworden. Op de dakbekleeding van het Rijks-Museumgebouw evenwel kan zelfs een gloeiende droppel platina geen brandgevaar doen ontstaan, weshalve wij tegen de inrichting der spitsen geene bedenking hebben te maken. Daarentegen meenen wij de aangebrachte grondgeleidingen niet te kunnen goedkeuren. De weêrstand toch, die de grondgeleiding oplevert, kan geschat worden omgekeerd evenredig te zijn met het oppervlak, hetwelk met den vochtigen grond of het water in aanraking is; koperen aardplaten zijn daarom verre te verkiezen boven betrekkelijk dunne koperdraden, terwijl het houtskool der putten, niet of nauwelijks in aanraking met deze draden, uit het oogpunt der geleiding slechts een zeer ondergeschikte rol zal kunnen vervullen.

Om deze redenen meenen wij in de bliksemafleiding der Rijks-Museumgebouwen de volgende bijvoegingen te moeten voorstellen.

Twee volledige afleiders, — vangstangen, geleiders en grondgeleidingen, — op het midden der zijvleugels te plaatsen.

Een volledigen afleider aan te brengen aan den achtergevel der bibliotheek, in dier voege dat de vangstang op het hoogste punt van den achtergevel worde geplaatst.

De drie genoemde afleiders rechtstreeks te verbinden met het laagste punt der ijzeren kappen waar zij langs gaan.

De directeurswoning van eene volledige afleiding te voorzien. Al de grondleidingen te voorzien van koperen aard-

platen van ongeveer dezelfde afmetingen als eene door de as gaande doorsnede der puttonnen, en de losgewikkelde draden der kabel aan deze platen vast te soldeeren.

Afgescheiden van de vraag des Ministers, heeft de Commissie nog overwogen, wat er zou kunnen gedaan worden om een periodiek onderzoek van de deugdelijkheid der afleiding zeker en gemakkelijk te maken. De geringe tijdruimte heeft haar evenwel niet veroorloofd, hieromtrent hare denkbeelden zoover te bepalen, als noodig is tot het doen van een voorstel. Zij behoudt zich voor, dit punt nader te overwegen en beperkt zich thans tot de beantwoording van hetgeen door de Regeering aan de Afdeeling gevraagd werd.

J. BOSSCHA.
J. D. VAN DER WAALS.
H. A. LORENTZ.

OVER URETHAAN EN EENIGE AFGELEIDEN.

DOOR

E. MULDER.

Bij inwerking van broomcyaan op natriumaethylaat ontstaat een product, dat in alkohol opgelost werd ontleed met potassa *). De studie dezer laatste reactie vereischte de kennis betreffende de verhouding van urethaan tegenover potassa in alkoholische oplossing en wel *bij gewone temperatuur*. Reeds was deze reactie eenigermate nagegaan door ARTH †), die urethaan met potassa in alkoholische oplossing gedurende een half uur met staanden afkoeler *verhitte*, waarbij zich naar dezen scheikundige *kaliumisocyanaat* (in glanzende en harde plaatjes) afzet, de vorming waarvan door de volgende vergelijking zou zijn voor te stellen:

$$NH_2—CO—OC_2H_5 + KOH = NK = CO + C_2H_5—OH + H_2O\,.\,(A),$$

welke vergelijking evenwel de som van eenige reacties meer of min teruggeeft.

Zooals bekend heeft DRECHSEL §) van zijn kant kaliumisocyanaat verkregen door verhitten van kalium*carbamaat*, welke reactie hare uitdrukking vindt in de vergelijking:

$$NH_2—CO—OK = NK = CO + H_2O \quad (B)$$

*) *Recueil* V. 105.

†) *Bull. soc. chim. de Paris* 41, 334; *Compt. rend.* T. 102, p. 977.

§) *J. f. pr. Ch. N. F.* Bd. 16, 197.

Maar BASAROFF *) had een dergelijke reactie reeds vroeger verwezenlijkt en wel met *ammoniumcarbamaat*, ook door verhitten, waarbij evenwel het ontstane ammoniumisocyanaat $N.NH_4.CO$ wordt omgezet in ureum.

Uit de twee vergelijkingen A en B volgt, dat urethaan met potassa in alkoholische oplossing (bij verhitten) zou kunnen geven aanvankelijk kaliumcarbamaat en vervolgens kaliumisocyanaat naar de vergelijkingen:

$$\left.\begin{array}{l} a.\ NH_2-CO-OC_2H_5 + KOH = NH_2-CO-OK + \\ \qquad\qquad + C_2H_5-OH \\ b.\ NH_2-CO-OK = KN = CO + H_2O \end{array}\right\} \ldots (I)$$

Daar alles wat de carbaminezure verbindingen betreft geacht kan worden van groot belang te zijn, zoowel uit een zuiver scheikundig oogpunt als scheikundig physiologisch, heeft men getracht deze reactie met eenige zorg na te gaan. Om de verhouding te leeren kennen van urethaan tegenover potassa in alkoholische oplossing bij gewone temperatuur, werden urethaan en potassa genomen in een hoeveelheid van nagenoeg gelijke moleculair-gewichten. Zoo werd in een proef b.v. een oplossing van 4 gr. urethaan in 8 c c. abs. alkohol vermengd met die van 2,535 gr. potassa (evenwel een weinig water bevattende) in 26 c.c. alkohol (de laatste oplossing na filtratie door glaswol) in een glazenbuis, die werd toegesmolten. Het duurt in den regel eenige uren alvorens de reactie zeer merkbaar is aangevangen, en eenige dagen voordat zij is geëindigd. De krystallen die zich afzetten vertoonen aanvankelijk geen duidelijken vorm, maar nemen langzamerhand in omvang toe, en vormen dan ten deele betrekkelijk groote prisma's met schoonen glans (men had het kaliumisocyanaat nog nimmer in krystallen van zulke afmetingen gezien). De krystallijne massa werd gewasschen met alkohol en daarna geplaatst onder een exsiccator.

I. Een hoeveelheid van 1,0317 gr. stof (opzettelijk niet

*) *J. C. pr. Ch. N. F.* Bd. 1, 285.

omgekrystalliseerd) gaf 0,5831 gr. kooldioxyde en 0,0425 gr. water.

II. Van een andere bereiding gaf 0,4026 gr. stof aan stikstof 55 c.c. bij 5,7° en 771,75 mm. bar. (gecorr.).

Berekend op 100 gew.-d. der verbinding komt dit overeen met:

	I.	II.	KNCO eischt:	NH_2—CO—OK vordert:
koolstof . .	15,4	—	14,8	12,0
waterstof .	0,4	—	0,0	2,0
stikstof . .	—	16,9	17,3	14,1.

De krystallen behouden hun glans onder den exsiccator, en men mag dus aannemen, dat onder deze omstandigheden de samenstelling onveranderd blijft. De verbinding is onoplosbaar in alkohol, en kenmerkte zich ook door andere eigenschappen als te zijn kaliumisocyanaat. Zoo werd een kleine hoeveelheid er van gedaan op een horologieglas, alzoo ook eenig kaliumisocyanaat, beiden geplaatst in de vochtige lucht, en vervloeiden zij te gelijker tijd.

Zooals reeds werd opgemerkt, niets doet veronderstellen, dat de oorspronkelijke stof zich zou ontleden onder den exsiccator, want de krystallen behouden den glans; bijgevolg zal er niet aanvankelijk ontstaan kaliumcarbamaat, dat door verlies van water onder den exsiccateur wordt omgezet in kaliumisocyanaat. Evenmin heeft men den krystalvorm zien veranderen in de toegesmolten buis (uit de methode ter bereiding van kaliumcarbamaat van Drechsel volgt, dat dit lichaam genoegzaam onoplosbaar is in alkohol). Maar men zou in ieder geval kunnen veronderstellen, dat aanvankelijk gevormd kaliumcarbamaat onmiddelijk werd omgezet in kaliumisocyanaat onder uittreden van water; tot een zoodanige veronderstelling bestaat evenwel vooralsnog geen aanleiding. Ook zou dan moeten worden aangenomen, dat door Drechsel kaliumisocyanaat is geanalyseerd en geen kaliumcarbamaat. Met betrekking tot de analyse van dit laatste zout of dat van sodium, worde medegedeeld, dat deze scheikundige uitging van een onbepaalde hoeveelheid, en na ontleding bepaalde door titreeren de gezamentlijke hoeveelheid potasch

(of soda) en ammoniak en na uitdrijven van den ammoniak, de hoeveelheid potasch (of soda) en niet meer, geen elementair-analyse noch stikstofbepaling werd verricht, zoodat de verbinding ook wel kaliumisocyanaat zou kunnen geweest zijn of ammonium-kaliumcarbonaat ($NH_4O—CO—OK$). Laat men er echter bijvoegen, dat DRECHSEL meent te hebben waargenomen, dat een oplossing van het betreffende natriumzout zich verhoudt tegenover calciumchloride als die van calciumcarbamaat; ook meent deze scheikundige dezelfde reactie te hebben waargenomen met kaliumcarbamaat. En zooals bekend, worden kalium- en natriumisocyanaat in waterige oplossing *langzamer* ontleed (en hetzelfde geldt met betrekking tot calciumisocyanaat) in carbonaten, dan de carbamaten dezer metalen. Later hoopt men op dit punt terug te komen. Er is ook niet alleen sprake van de al of niet vorming van potassiumcarbamaat, maar tevens van de vorming van *normaal*cyanaat, dat zich omzet in *iso*cyanaat, en naar de volgende vergelijkingen zou kunnen geschieden:

$$\left.\begin{array}{l}
a.\ \underset{\substack{|\,|\,\|\\ HH\,O}}{N—C}—OC_2H_5 + KOH = \underset{\substack{|\,|\,\|\\ HH\,O}}{N—C}—OK + C_2H_5—OH \\
b.\ \underset{\substack{|\,|\,\|\\ HH\,O}}{N—C}—OK \quad = \quad N\equiv C—OK + H_2O \\
c.\ N\equiv C—OK \quad = \quad KN=C=O
\end{array}\right\}\ldots(I)$$

(altijd wel te verstaan, indien men aan het *iso*cyanaat deze formule toekent, zie later).

Eenige jaren geleden *) gaf men zich betrekkelijk veel moeite, om kaliumn*ormaal*cyanaat te doen kennen, maar deze arbeid bleef zonder eenige bepaalde uitkomst. Later meende men dit doel wellicht te kunnen bereiken door verzeepen van *normaal*cyaanzuuraethyl met potassa in alkoholische oplossing bij gewone temperatuur (zie later), maar, zooals men deed opmerken, was het noodig, aanvankelijk een studie te maken der inwerking van potassa op urethaan. Wat aan-

*) *Recueil des Trav. Chim. d. Pays-Bas.* I. 63.

gaat de vergelijkingen onder (I), zoo moet worden gezegd, dat deze de bekende feiten niet genoegzaam teruggeven, want kaliumcarbamaat is niet aangetroffen bij de reactie, en een aannemen der vorming van *normaal*kaliumcyanaat is niet meer dan een veronderstelling, en dus evenzoo een omgezet worden van dit in het overeenkomstige *iso*cyanaat. Men zal dan ook later andere vergelijkingen geven, maar wenschte vooraf eenige proeven mede te deelen betrekking hebbende op kaliumcarbamaat en de verhouding van urethaan tegenover ammoniak. Zooals bekend is ammoniumcarbamaat een vrij standvastige verbinding in een gesloten vat bij gewone temperatuur; en deze eigenschap gaf aanleiding, om op urethaan in alkoholische oplossing ammoniak te laten inwerken in een toegesmolten buis bij gewone temperatuur. Men zal zich herinneren, dat ter omzetting in ureum *) bij ongeveer 180° wordt verwarmd, en wordt aangenomen, dat dan de rest OC_2H_5 door NH_2 wordt verplaatst (zie hierover later). In onze proef ontstond geen afzetsel, en bijgevolg werd geen ammoniumcarbamaat gevormd (in abs. alkohol genoegzaam onoplosbaar). Na ongeveer een maand te hebben gestaan, werd de oplossing geplaatst onder een exsiccator; er bleef alleen urethaan terug, dat alzoo onaangetast was gebleven. Evenmin werd ammoniumcarbamaat gevormd met alkohol van 84 p.c. (noch ontstond ammonium*iso*cyanaat, tevens genoegzaam onoplosbaar in alkohol).

Kaliumcarbamaat. Het onderwerp dat ons bezighoudt maakte het noodig, om deze verbinding eenigzins te leeren kennen. Ter bereiding van dit zout laat DRECHSEL †) ammoniakgas gaan door een oplossing van kaliumaethylaat en daarna kooldioxyde. Er wordt dan naar dezen scheikundige aanvankelijk een vlokkige stof afgezet die weldra krystalliseert in korrels en lange naalden, en deze stof zou dan zijn kaliumcarbamaat. De reactie zou aldus kunnen worden teruggegeven:

---

*) BEILSTEIN, *Handb. Org. Ch.* S. 993 (Zweite Aufl.).

†) L. c. p. 128.

$$NH_2-CO-ONH_4 + C_2H_5-OK = NH_2-CO-OK + \\ + C_2H_5-OH + NH_3,$$

maar ook volgens deze vergelijkingen:

a. $C_2H_5-OK + CO_2 = C_2H_5O-CO-OK$
b. $C_2H_5O-CO-OK + NH_3 = NH_2-CO-OK + C_2H_5-OH.$

Drechsel maakt geen gebruik van potassa, daar hierdoor een vloeibaar product zou worden afgezet, terwijl naar dezen scheikundige kaliumcarbamaat een vervloeibaar lichaam is. De volgende proeven schijnen daarmede niet in te stemmen. Men liet namelijk dan eens potassa, dan weder kaliumaethylaat inwerken op ammoniumcarbamaat, in den regel gemaakt naar de welbekende methode van Basaroff *). Als inleidende proef nam men 0,5 gr. zout met 30 c.c. abs. alkohol op een oplossing van 0,3 gr. potassium en 4 c.c. alkohol, alles in een buis, die daarna werd toegesmolten. Aangezien het ammoniumcarbamaat omgeven werd door de verbinding ontstaan en de werking daardoor werd gestaakt, voegde men er 30 c.c. alkohol aan toe. Door van tijd van tijd te schudden, had de inwerking in voldoende mate plaats en werd het geheel in een *geleiachtige massa* omgezet, na eenige dagen overgaande in een krystallijn poeder (later zal blijken, dat dit geen kaliumcarbamaat is). Ter contrôle ging men thans uit van ruw ammoniumcarbamaat (dus niet verhit met alkohol). Tot dit doeleinde werden 40 c.c. alkohol verzadigd met ammoniakgas, daarna werd verdund met 80 c.c. alkohol, en vervolgens verzadigd met kooldioxyde. Een vierde gedeelte ongeveer dezer massa werd in een buis gedaan met een oplossing van 0,5 gr. potassium in 6 c.c. alkohol (berekend op ongeveer 1 gr. ammoniumcarbamaat) en de buis daarna toegesmolten; ook de inhoud hiervan werd veranderd in een geleiachtige massa. In een volgende proef werd uitgegaan van potassa en overigens op gelijke wijze te werk gegaan. Ook thans werd het geheel een geleiachtige massa, maar na eenige dagen omgezet in een krystallijn

*) *J. C. pr. Ch. N. F.* Bd. I. 285.

poeder, gelijk het geval was in de vorige proeven. Wederom werd nu uitgegaan van ammoniumcarbamaat naar BASAROFF, en bij 0,5 gr. van het zout met 30 c.c. alkohol een oplossing gedaan van 0,36 gr. potassa in 7 c.c. alkohol. Het geheel werd geleiachtig om na eenige dagen in een krystallijn poeder over te gaan, dat zoowel door middel eener elementair-analyse als een stikstofbepaling naar DUMAS, alsmede door verschillende reacties, zich deed kennen als te zijn *hydrokaliumcarbonaat*. Met alkohol van 84 p.c. werkende onder overigens dezelfde omstandigheden, werd geen geleiachtige massa gevormd, maar zetten zich weldra tamelijk goed gevormde krystallen af, die evenmin stikstof bevatten en zich eveneens kenmerkten als te zijn hydrokaliumcarbonaat, blijkbaar evenzoo ontstaan volgens de vergelijking:

$$NH_2—CO—OK + H_2O = HO—CO—OK + NH_3.$$

Als laatste poging tot het bekomen van kaliumcarbamaat in een ter analyse geschikten vorm, evenwel met wijziging der methode van DRECHSEL, werd uitgegaan van alkohol verzadigd met ammoniak, ten einde gemelde ontleding te ontgaan, en bij 66 c.c. hiervan gevoegd 1 gr. ammoniumcarbamaat (gemaakt volgens BASAROFF) en een oplossing van 0,5 gr. kalium in 8 c.c. alkohol. Zooals te wachten was, ging de reactie uiterst langzaam, en zelfs na eenige weken bleef de ontstane verbinding, blijkbaar kaliumcarbamaat, volhouden in den geleiachtigen toestand, reden waarom werd afgezien van het doen eener analyse.

Uit het medegedeelde volgt duidelijk, dat ingeval kaliumcarbamaat mocht ontstaan bij de reactie van potassa of kaliumaethylaat en urethaan in alkoholische oplossing, dit zich al zeer spoedig zou kenmerken door den geleiachtigen toestand en de omzetting daarna in kaliumhydrocarbonaat, dat men evenmin heeft aangetroffen. Ook de neiging van carbamaat om water te verliezen en daarbij over te gaan in kaliumisocyanaat, namelijk bij gewone temperatuur, is niet aanwezig; integendeel bestaat er een neiging tot opname van

eenig water en ter ontleding in meer gemelden zin (veronderstelt dat er geen vrije ammoniak aanwezig is in genoegzame hoeveelheid om deze reactie te verhinderen).

Over de vorming van kalium-carbaminezuur aethyl. Het mag dan wel beschouwd worden als genoegzaam bewezen, dat bij inwerking van potasch op urethaan in alkoholische oplossing, geen kaliumcarbamaat ontstaat, en de vergelijkingen vroeger onder I (zie p. 129) medegedeeld, kunnen dus niet worden beschouwd als de waarheid genoegzaam uit te drukken. Veel keuze blijft er niet over, en wel schijnt de volgende verklaringswijze zich te doen gelden:

$$\left.\begin{array}{lllll} & \begin{array}{l}H\quad O\\ |\quad\ \|\\ N-C\\ |\quad\ \ |\\ H\quad OC_2H_5\end{array} & + KOH = & \begin{array}{l}K\quad O\\ |\quad\ \|\\ N-C\\ |\quad\ \ |\\ H\quad OC_2H_5\end{array} & + H_2O \\ a. & & & & \\ & \begin{array}{l}K\quad O\\ |\quad\ \|\\ N-C\\ |\quad\ \ |\\ H\quad OC_2H_5\end{array} & = & \begin{array}{l}K\quad O\\ |\quad\ \|\\ N=C\end{array} & + C_2H_5-OH \\ b. & & & & \end{array}\right\}\ldots\ldots(II)$$

Zooals bekend geeft kaliumisocyanaat geen additie-product met alkohol, waaruit reeds volgt met eenige waarschijnlijkheid, dat de verbinding:

$$\begin{array}{l}K\quad O\\ |\quad\ \|\\ N-C\\ |\quad\ \ |\\ H\quad OC_2H_5\end{array}$$

nog al kans zal hebben om ontleed te worden bij gewone temperatuur in kaliumisocyanaat $KN = CO$ en alkohol C_2H_5-OH. Daarentegen verbindt zich vrij *iso*cyaanzuur, gelijk men weet, gemakkelijk met alkohol. Het ontstaan van urethaan door *normaal* aethylcyanaat en water is niet in strijd met deze wijze van opvatten, want deze reactie kan aldus worden teruggegeven: *)

*) Zie de volgende Verhandeling.

a. $N{\equiv}C{-}OC_2H_5 + H_2O = \begin{matrix} N{=}C{-}OC_2H_5 \\ | \quad | \\ H \quad OH \end{matrix}$ (deze verbinding is onbekend).

b. $\begin{matrix} N{=}C{-}OC_2H_5 \\ | \quad | \\ H \quad OH \end{matrix} = \begin{matrix} H \quad O \\ | \quad \| \\ N{-}C \\ | \quad | \\ H \quad OC_2H_5 \end{matrix}$

Indien potassa in alkoholische oplossing met urethaan geeft de gemelde verbinding $KHN-CO-OC_2H_5$, dan zal deze laatste zich des te eerder vormen met *kaliumaethylaat*, waardoor een verzeepen van den rest OC_2H_5 nog moeielijker zal geschieden; en de reacties zullen die zijn uitgedrukt door de volgende vergelijkingen:

$$a.\ \begin{matrix} H \quad O \\ | \quad \| \\ N{-}C \\ | \quad | \\ H \quad OC_2H_5 \end{matrix} + C_2H_5{-}OK = \begin{matrix} K \quad O \\ | \quad \| \\ N{-}C \\ | \quad | \\ H \quad OC_2H_5 \end{matrix} + C_2H_5{-}OH$$

$$b.\ \begin{matrix} K \quad O \\ | \quad \| \\ N{-}C \\ | \quad | \\ H \quad O_2H_5 \end{matrix} = \begin{matrix} K \quad O \\ | \quad | \\ N{=}C \end{matrix} + C_2H_5{-}OH,$$

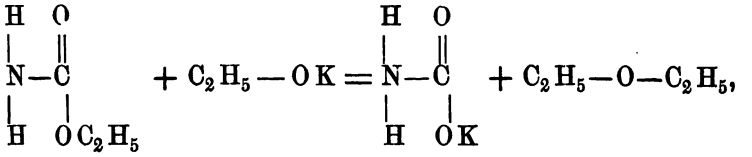
welke reacties wel zijn van een eenvoudige natuur, maar daarom van niet minder belang.

Voegt men bij een oplossing van kaliumaethylaat een alkoholische oplossing van urethaan (in dezelfde verhouding als in de voorgaande proeven met potassa) in een buis, daarna digtgesmolten, dan vangt weldra aan een lichaam te krystalliseeren in fijne naalden, na verloop van eenigen tijd overgaande in tamelijk groote prisma's (met potassa ontstaan krystallen met gewijzigden vorm). Het product werd gewasschen met alkohol en geanalyseerd.

Een hoeveelheid van 1,0738 gr. leverde op 0,5838 gr. kooldioxyde en 0,0216 gr. water. Berekend op 100 gew.-d. heeft men:

		NK=CO vordert:
koolstof	14,8	14,8
waterstof	0,2	0,0.

Men had hierbij zuiveren alkohol gebruikt. Deze proef is dus wel beslissend, in zooverre als hieruit opnieuw ten duidelijkste blijkt, dat kaliumcarbamaat niet optreedt als tusschenproduct, in welk geval deze reactie zou moeten geschieden:



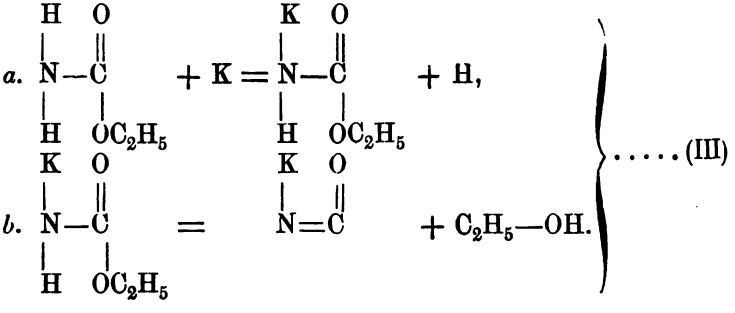
welke reactie wel bezwaarlijk zou zijn in overeenstemming te brengen met de bekende feiten.

De vraag rees thans of de vorming zou kunnen bewezen worden van dit lichaam, waaraan men den naam kan geven van potassium-carbaminezuur aethyl (potassium-aethylurethaan, potassium-amidomierenzuur aethyl). Ter inleiding liet men aethyliodide C_2H_5J inwerken op een mengsel van urethaan en potassa in alkoholische oplossing. In geval van vorming der zoo even genoemde verbinding, zou deze met aethyliodide kunnen geven een lichaam der formule $C_2H_5—HN—CO—OC_2H_5$ of aethylcarbaminezuur aethyl, maar dit heeft niet plaats. Laat men potassium inwerken op urethaan in gesmolten toestand, dan doet zich een sterke inwerking voor en vorming dientengevolge van gekleurde produkten in een dusdanige mate, dat deze wel niet kan leiden tot het gewenschte doel. Lost men evenwel het urethaan op in aether, dan geschiedt de inwerking van het potassium zeer langzaam, indien wordt uitgegaan van 1,77 gr. potassium op 4 gr. urethaan (dus in een verhouding uitgedrukt door K en $NH_2—CO—OC_2H_5$) en 60 c.c. abs. aether. Waterstof komt vrij, en weldra vangt een kleurloos lichaam aan met te worden afgezet. De reactie, gedaan in een groote reageerbuis (voorzien van een afleidingsbuisje, voor de waterstof, in kwik gedompeld) houdt eenige dagen aan alvorens te zijn geeindigd, terwijl er niets overblijft van het aangewende potassium. Het product werd eerst gewasschen met abs. aether en daarna met alkohol.

Een hoeveelheid van 1,1561 gr. dezer stof gaf 0,621 gr. kooldioxyde en 0,0181 gr. water, dat op 100 gew.-d. berekend overeenkomt met:

		KN=CO verlangt:
koolstof.	14,6	14,8
waterstof	0,1	0,0

De reactie betreffende de inwerking van potassium op urethaan laat zich alzoo teruggeven:



De hoeveelheid gevormd kaliumisocyanaat is genoegzaam in overeenstemming met deze wijze van beschouwen. Uit het medegedeelde volgt, dat de verbinding $KHN-CO-OC_2H_5$ namelijk onbestendig is, maar weldra wordt ontleed in kalium-isocyanaat en alkohol.

Over natrium-carbaminezuur aethyl. Uit de betrekkelijke onstandvastigheid van het kalium-carbaminezuuraethyl behoeft nog niet te volgen, dat de overeenkomstige natriumverbinding evenzeer weinig bestendig is. Integendeel zal er kans bestaan, dat het natrium-carbaminezuur aethyl genoegzaam standvastig zal zijn ter analyse, omdat dat van het potassium (zie vroeger) betrekkelijk langzaam kalium-isocyanaat afzet in alkoholische oplossing, en de natrium-verbinding waarschijnlijk standvastiger is dan die van het potassium.

Gevoegd bij urethaan in aetherische oplossing vormt natrium een sneeuwwit lichaam, dat, na wasschen met absoluten aether, bleek *zeer oplocbaar te zijn in alkohol*, waaruit reeds met genoegzame zekerheid volgt, dat deze verbinding zal zijn natrium-carbaminezuur aethyl. Dit volgt nog dui-

delijker uit de eigenschap dezer oplossing om, na eenigen tijd te hebben gestaan, natriumisocyanaat af te zetten (zie later). Ook stemt de hoeveelheid van het product voldoende overeen met de theorie. De verbinding wordt ontleed bij gewone temperatuur maar langzaam; ook is het zeer hygroscopisch, eigenschappen, die de analyse dezer stof niet weinig bemoeielijken. Na wasschen met abs. aether op een filtrum, werd het geheel geplaatst onder een exsiccator en den volgenden dag geanalyseerd. Voegen we er aan toe, dat de verbinding werd gemaakt in een groote buis, geplaatst in een molglas met eenig kwik, welke buis was omgeven met een andere buis omgekeerd, zoodat de geheele toestel van glas was.

I. Een hoeveelheid van 0,8301 gr. stof gaf 89,75 c.c. stikstof bij 10,8° en 752,3 mm. bar. (corr.).

II. Van een andere bereiding gaf 0,6102 gr. stof aan stikstof 63 c.c. bij 10,1° en 760,12 mm. bar. (corr.), overeenkomende op 100 gew.-d. met:

	I.	II.	$NaHN—CO—OC_2H_5$ vordert:	$NaN=CO$ verlangt:
stikstof. .	12,7	12,4	12,6	21,6.

Men was wel zoo voorzichtig om de stof niet vooraf tot poeder te wrijven, maar dit te doen in den mortier bij het vermengen met de chromaten (lood- en kaliumchromaat), met 't oog op gemelde eigenschap van zich te dissocieeren. Bij vermenging kan noodwendig dissociatie intreden, maar hierdoor zou alleen eenige alkohol kunnen verloren gaan, dat geen invloed zou uitoefenen op de stikstofbepaling. Maar op de bepaling van koolstof zal deze ontleding van invloed kunnen zijn, en zooals bleek bij analyse tamelijk merkbaar, zoodat het maximum aan koolstof niet meer bedroeg dan 29,1 p.c. 5,3 p.c. waterstof (de theorie vordert 32,4 koolstof en 5,4 waterstof). Bij verhitten der stof in een droogen luchtstroom verloor 3,5638 gr. aan alkohol 1,3543 gr. (er werd verhit tot 200°, maar tot nabij 100° vervluchtigt zich verreweg de grootste hoeveelheid), overeenkomende met 37,8 p.c. alkohol, terwijl de theorie eischt 41,4 p.c., dat vrij wel

overeenstemt, al moet men veronderstellen dat er een secundaire reactie intreedt; wel te verstaan, indien gemeld verschil niet aan dissociatie is toe te schrijven der stof zóór de proef (de materialen aangewend waren scheikundig zuiver).

De alkoholische oplossing van natrium-carbaminezuur aethyl zet bij gewone temperatuur een krystallijne stof af. Een hoeveelheid van 0,5502 gr. gaf 0,3614 gr. kooldioxyde en 0,0192 gr. water. Berekend op 100 gew.-d. stemt dit overeen met:

		$NaN=CO$ vordert:
koolstof.	17,9	18,4
waterstof.	0,3	0,0.

Dit zout treedt op als een krystallijn tamelijk volumineus poeder, oplosbaar in water, onoplosbaar in alkohol en aether. Het is natriumisocyanaat, tot nog toe zeer weinig bekend, en ontstaan, zooals gezegd, door ontleding van natrium-carbaminezuur aethyl. De alkoholische oplossing van dit laatste lichaam wordt niet gemakkelijk neêrgeslagen door toevoeging van aether. Geplaatst onder een exsiccator, ontstaat aanvankelijk een siropige massa, die na vast worden nog een weinig natrium-carbaminezuur aethyl bevat (zie later over een zeer gevoelige reactie dezer stof), waaruit volgt, dat dit lichaam betrekkelijk nog al standvastig is. Tevens wordt dit carbamaat gevormd door soda en urethaan in alkoholische oplossing in moleculaire verhouding bij elkander gedaan, en tevens door natriumaethylaat, zoodat men bij werken met urethaan dit carbamaat nog al eens zal kunnen ontmoeten.

Men wenschte toch nog een poging te doen ter afzondering van potassium-carbaminezuur aethyl $KHN-CO-OC_2H_5$, daarvan uitgaande, dat de inwerking van potassa en kaliumaethylaat op urethaan in alkoholische oplossing zeer langzaam geschiedt. Een mengsel van kaliumaethylaat en urethaan in gelijk aantal moleculen, werd na een dag te hebben gestaan, gefiltreerd ter verwijdering van een kleine hoeveelheid kaliumisocyanaat, en bij het filtraat aether gedaan in groote hoeveelheid ten einde kalium-carbaminezuur aethyl neêr te slaan. Dit laatste geschiedde evenwel niet, maar langzamerhand

werd natriumisocyanaat afgezet, waaruit volgt, dat gemeld carbamaat zeer oplosbaar is in een mengsel van alkohol en aether, zooals het geval is met het carbamaat van natrium.

Ioodaethyl en natrium-carbaminezuur aethyl. Deze lichamen reageeren niet bij gewone temperatuur in geval aethyliodide in aether is opgelost, een verschijnsel dat niets bevreemdens heeft, indien met let op de neiging van dit carbamaat ter vorming van natriumisocyanaat.

Ammoniak tegenover urethaan. In alkoholische oplossing verhit ontstaat ureum *), zooals bekend. Uit het vroeger medegedeelde volgt, dat deze reactie zou kunnen geschieden naar de volgende vergelijkingen:

$$a.\ NH_2—CO—OC_2H_5 + NH_3 = NH_4 . H . N—CO—OC_2H_5$$
$$b.\ NH_4 . H . N—CO—OC_2H_5 = NH_4 . N=CO+C_2H_5—OH$$
$$c.\ NH_4 . N = CO \qquad = NH_2—CO—NH_2.$$

Eenige theoretische beschouwingen. Tot nog toe was aangenomen, dat natrium-carbaminezuur aethyl (en dat van potassium) aldus wordt ontleed:

$$NaHN—CO—OC_2H_5 = NaN = CO + C_2H_5—OH,$$

of anders gezegd, dat de ontleding is een intramoleculaire; maar ook twee moleculen zouden ontledend op elkander kunnen werken:

$$\begin{array}{l} \begin{array}{ll} Na & O \\ | & \| \\ N & —C \\ | & | \\ H & OC_2H_5 \end{array} \\ \hline \\ \begin{array}{ll} C_2H_5O & H \\ | & \\ C & —N \\ \| & | \\ O & Na \end{array} \end{array} = 2\,(NaN = CO) + 2\,(C_2H_5—OH).$$

Een studie der ontledingsnelheid zou wellicht in staat

*) Zie deze Verhandeling p. 132.

zijn, om dit vraagstuk eenigermate op te lossen. Men hoopt in deze richting nader proeven te nemen.

Het ontstaan van een *iso*cyanaat, b.v. bij ontleding van natrium-carbaminezuur aethyl, is een nieuw argument voor de aanname der formule HN = CO van het cyaanzuur in vrijen staat bekend, het zoogenoemde *iso*cyaanzuur. De scheikundigen toch zijn het eens omtrent de formule voor urethaan $H_2N-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OC_2H_5$, welke leidt tot die van natrium-carbaminezuur aethyl $\begin{matrix} & Na & O \\ & | & \| \\ N & - & C \\ | & & | \\ H & & OC_2H_5 \end{matrix}$, die op hare beurt leidt tot de formule van isocyaanzuur $\begin{matrix} H & O \\ | & \| \\ N & - & C \end{matrix}$ (altijd verondersteld, dat geen isomerificatie intreedt).

Het is niet onwaarschijnlijk, dat er eenig verband bestaat tusschen de wijze van vorming en ontleiding b.v. van natrium-carbaminezuur aethyl en de vorming van lichamen waartoe b.v. behoort het acetylazijnzuur aethyl:

a. $CH_3-CO-OC_2H_5 + Na = NaHC = CO + H-OC_2H_5 + H$

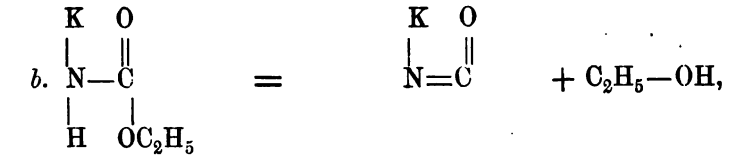
gevolgd door deze reactie:

b. $CH_3-CO-OC_2H_5 + NaHC = CO = CH_3-CO-NaHC- \\ -CO-OC_2H_5.$

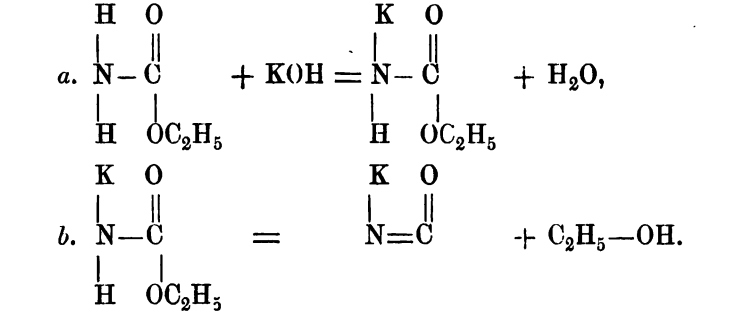
Urethaan met potassa in gelijke moleculaire hoeveelheid in bijzijn van alkohol en water. Kaliumaethylaat en urethaan werken op elkander in naar de volgende vergelijkingen *):

a. $\begin{matrix} H & O \\ | & \| \\ N & - & C \\ | & & | \\ H & & OC_2H_5 \end{matrix} + C_2H_5-OK = \begin{matrix} K & O \\ | & \| \\ N & - & C \\ | & & | \\ H & & OC_2H_5 \end{matrix} + C_2H_5-OH$

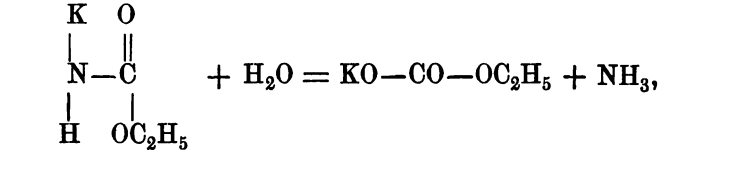
*) Zie deze Verhandeling, p. 136.



en potassa met urethaan alzoo:



Hieruit volgt derhalve, dat een molecule water kan aanwezig zijn, zonder op de reactie merkbaar storend in te werken; maar nog meer water kan voorhanden zijn, daar de reactie met potassa en gewonen abs. alkohol nagenoeg even goed gaat. Indien evenwel het water in een betrekkelijk groote hoeveelheid aanwezig is, dan ontstaat kalinmcarbonaat KO—CO—OK. De vorming van dit zout wordt voorafgegaan door deze reactie:



of door de volgende:

$$NH_2—CO—OC_2H_5 + KOH = NH_2—CO—OK + C_2H_5—OH.$$

Kaliumaethylcarbonaat en kaliumcarbamaat kunnen door water ontleed worden op de volgende wijze:

$$KO—CO \cdot OC_2H_5 + H_2O = KO—CO—OH + C_2H_5—OH$$
$$NH_2—CO—OK + H_2O = KO—CO—OH + NH_3,$$

er ontstaat dus kaliumhydrocarbonaat.

Het kan zijn, dat er urethaan onaangetast is, in welk geval er een zekere hoeveelheid potassa KOH beschikbaar is (daar deze stoffen in de verhouding der mol.-gew. zijn genomen); men heeft alsdan:

$$KO—CO—OH + KOH = KO—CO—OK + H_2O,$$

ook kan de volgende reactie intreden:

$$KO—CO—OC_2H_5 + KOH = KO—CO—OK + C_2H_5—OH.$$

Is er hetrekkelijk veel water aanwezig, dan kan deze reactie plaats hebben:

$$KN = CO + H_2O = NH_2—CO—OK \text{ (zie later).}$$

Een mengsel van urethaan, potassa, alkohol en water zou dan onder zekere omstandigheden aanleiding kunnen geven tot een ontstaan der volgende verbindingen: $KHN - CO—OC_2H_5$; $KN=CO$; $KO—CO—OC_2H_5$; $KO—CO—OH$; $NH_2—CO - OK$; NH_3 en $KO—CO—OK$. In deze richting zijn de volgende proeven genomen.

Ten einde onder bekende omstandigheden te kunnen werken, werd potassium opgelost in alkohol en deze oplossing vermengd met urethaan opgelost in alkohol, en wel 3,5 gr. potassium op 48 c.c. alkohol van 90 (vol.) p.c. en 8 gr. urethaan in 16 c.c. van dezen alkohol. De verhouding in gewicht dezer stoffen was derhalve die, uitgedrukt door $NH_2—CO—OC_2H_5$, $C_2H_5—OK$ (of het potassium als KOH) en 4,7 H_2O. Na eenige dagen rust waren krystallen afgezet en wel ongeveer 1,6 gr., dus betrekkelijk weinig. Van dit lichaam werd een stikstofbepaling gedaan, waaruit bleek, ook in verband met zekere eigenschappen, dat het is kalium*iso*cyanaat. Alkohol van 85 p.c. gaf onder overigens dezelfde omstandigheden, 1,3 gr. van dit zout en alkohol van 80 p.c. niet meer dan 0,27 gr. (dus evenzoo afkomstig van 8 gr. urethaan), en daarenboven een vloeibaar product als gevolg der vorming van kaliumcarbonaat $KO—CO—OK$.

Alkohol van 84 p.c. gaf met urethaan en *potassa* onder overigens gelijke omstandigheden, een vloeibaar afzetsel met krystallen.

Kaliumisocyanaat geeft met alkohol van 84 p.c. bij gewone temperatuur overigens onder omstandigheden als bij bovengemelde proeven, geen vloeibaar afzetsel, wel het geval bij verhitten (in een toegesmolten buis) tot 110°, als gevolg van deze reacties:

a. $KN = OC + H_2O = NH_2-CO-OK$
b. $NH_2-CO-OK + H_2O = HO-CO-OK + NH_3$
c. $2(HO-CO-OK) = KO-CO-OK + CO_2 + H_2O.$

Zelfs alkohol van 80 p.c. geeft bij gewone temperatuur geen vloeibaar afzetsel, waaruit volgt, dat het kaliumcarbamaat in bovengemelde proeven geen ontledingsproduct zal zijn van kaliumisocyanaat (ontstaan door urethaan en potassa). Hieruit zou men kunnen besluiten, dat kaliumcarbonaat wellicht aldus ontstaat:

$KHN-CO-OC_2H_5 + H_2O = KO-CO-OC_2H_5 + NH_3$ (zie p. 143)

of dat aanvankelijk wordt gevormd kaliumcarbamaat:

$NH_2-CO-OC_2H_5 + KOH = NH_2-CO-OK + C_2H_5-OH,$

welke twee lichamen kaliumhydrocarbonaat en kaliumcarbonaat kunnen geven (zie vroeger). De moederloog van het produkt der inwerking van urethaan en potassa, geeft geen kalium-aethylcarbonaat, zelfs niet met abs. alkohol, dat trouwens duidelijk is.

De reactie gaat langzaam vooral in tegenwoordigheid van veel water. Kaliumcarbamaat vormt zeer gemakkelijk kaliumhydrocarbamaat *), en dit carbamaat is een volumineuse stof, waarvan niets werd waargenomen (noch van kalium-hydrocarbonaat), zoodat hierin aanleiding schijnt te bestaan om te mogen veronderstellen, dat als produkt eener secondaire reactie optreedt kalium-aethylcarbonaat $KO-CO-OC_2H_5$. Men zou dan te maken hebben met de verbindingen $KHN-CO-OC_2H_5$, $KN = CO$, $KO-CO-OC_2H_5$, $KO-CO-OK$ en NH_3.

*) Zie deze verhandeling, p. 132.

Over de werking van urethaan op het dierlijk organisme. Gemelde uitkomsten schijnen niet zonder eenig belang te zijn met 't oog op de physiologische werking van urethaan. Er volgt toch met genoegzame zekerheid uit, dat in een oplossing die alkalisch is door tegenwoordigheid van potassa of soda, en waarschijnlijk ook van hunne koolzure verbindingen, geen neiging bestaat tot een verzeepen (vorming van $NH_2—CO—OH$ en alkohol $C_2H_5—OH$), maar wel ter vorming van kalium- of natrium-carbaminezuur aethyl $\left.\begin{matrix}K\\Na\end{matrix}\right\}HN—CO—OC_2H_5$, welke verbinding ongeveer zal werken op het dierlijk lichaam als kalium- of natrium-isocyanaat. Ook zal men hebben de werking, behalve wellicht van het isocyanaat, van ammoniak en nog andere secondaire produkten (zie vroeger).

Over kwik-carbaminezuur aethyl. Er werden alkoholische oplossingen gemaakt (alkohol van 84 p.c.) van urethaan, potassa en sublimaat in een liter bevattende in gram.:

$$\frac{1}{10}\ (NH_2—CO—OC_2H_5) = 8{,}884 \text{ gr.}$$

$$\frac{2}{10}\ KOH = 11{,}2 \text{ »}$$

$$\frac{1}{10}\ HgCl_2 = 13{,}527 \text{ »}$$

Vermengt men één vol. dezer oplossing van urethaan met een half vol. van die van sublimaat en een half vol. der oplossing van potassa, dus deze stoffen in de verhouding in moleculen uitgedrukt door 2 : 1 : 2, dan ontstaat een geleiachtige massa, die werd gewasschen op het filtrum met alkohol van 84 p.c. ter verwijdering van chloorkalium. Men wassche niet tot al het chloorkalium is verwijderd, want in dat geval wordt het product te veel ontleed om daarvan met eenig goed gevolg een analyse te kunnen doen; men late er derhalve eenig chloorkalium in terug, en drooge het in een gedeeltelijk luchtledig. De verkregen massa doet zich voor als een harde massa, evenwel tamelijk

gemakkelijk fijn te wrijven tot een poeder dat een weinig is gekleurd.

Een hoeveelheid van 1,2005 gr. gaf 0,5095 gr. kooldioxyde en 0,2048 gr. water;

1,1161 gr. gaf 42 c.c. stikstof bij 11,5° en 754,67 mm. bar. (gecorr.);

1,4585 gr. leverde op 0,9802 gr. kwik (bij verhitten met kalk).

Op 100 gew.-d. komt dit overeen met:

	$HgN—CO—OC_2H_5$	$(HN—CO—OC_2H_5)_2Hg$
	eischt:	eischt:
koolstof 11,6	12,5	19,1
waterstof 1,9	1,7	3,2
stikstof. 4,4	4,9	7,4
kwik. 67,2	69,7	53,2.

Zooals gezegd, het product bevat eenig chloorkalium. Niet onwaarschijnlijk is de verbinding een weinig ontleed, ook kan bij het fijnwrijven wat ontleed worden. In water zwelt de massa op, om andermaal een geleiachtig lichaam te vormen; maar lost dan niet volkomen op, dat wel het geval is met het product in verschen staat (waterige oplossingen van urethaan, sublimaat en potassa, in eenzelfde verhouding genomen, geven geen afzetsel). Te oordeelen naar de verhouding, waarin urethaan, sublimaat en potassa zijn aangewend, zou een verbinding kunnen ontstaan zijn van de formule:

$$2\,(H_2N—CO—OC_2H_5) + HgCl_2 + 2KOH = 2KCl + 2H_2O + Hg\begin{matrix}NH—CO—OC_2H_5\\NH—CO—OC_2H_5\end{matrix},$$

maar naar de analyse ontstaat een lichaam der volgende formule:

$$H_2N—CO—OC_2H_5 + 2KOH + HgCl_2 = 2KCl + 2H_2O + HgN—CO—OC_2H_5.$$

Van dit lichaam zal een nadere studie worden gemaakt.

Urethaan in tegenwoordigheid van kwikoxyde en potassa in alkoholische oplossing. Kwikoxyde schijnt niet te reageeren

op urethaan in waterige of alkoholische oplossing. Wordt evenwel een alkoholische oplossing van potassa gevoegd bij die van sublimaat in de moleculaire verhouding van 2 : 1, zoo zet zich een meer of min geelgekleurd lichaam af; voegt men thans urethaan toe (in alkoholische oplossing) en wel in de verhouding van 2 mol., dan ontstaat een genoegzaam kleurloos product. Hieruit zou men kunnen besluiten, dat de potassa, die met alkohol ten deele zal geven potassium-aethylaat, met sublimaat vormt kwikaethylaat, met urethaan de genoemde verbinding opleverende. Werkt men met waterige oplossingen op gelijke wijze, dan blijft het kwikoxyde onaangetast (daarentegen blijft alles in oplossing, indien de waterige oplossingen bij elkander worden gedaan in de volgorde: urethaan, potassa, sublimaat, of in deze: urethaan, sublimaat en potassa).

Urethaan in bijzijn van sublimaat en potassa in overmaat. Worden waterige oplossingen van de vroeger medegedeelde concentratie bij elkander gevoegd in de verhouding in moleculen uitgedrukt door 2 : 1 : 2, dan wordt niets afgezet; maar voegt men thans op nieuw bij van de potassa-oplossing, zoodat de verhouding wordt die van 2 : 1 : 4, dan ontstaat na eenige dagen een geleiachtige doorschijnende massa. Onder deze omstandigheden heeft niet onwaarschijnlijk verzeeping plaats en vorming van ($Hg(HN-CO-OK)_2$ of) $HgN-CO-OK$.

Reacties op urethaan. JACQUEMIN *) heeft reacties gegeven voor urethaan $NH_2-CO-OC_2H_5$ in *waterige* oplossing en potassa in groote overmaat met sublimaat gevende een kleurloos neêrslag en met zilvernitraat een steenrood afzetsel, dat weldra zwart wordt (welke reactie genoegzaam overeenstemt met de reactie vroeger door ons †) gegeven voor ureum $NH_2-CO-NH_2$). Het is evenwel beter om uit te gaan van alkoholische oplossingen (van 84 p. c.) §).

---

*) *Bull. soc. Chem. de Paris,* T. 46, p. 306; *Compt. rend.* 103, 205.

†) Zie b. v. *Handb. d. Org. Chem.* v. BEILSTEIN. S. 1028 (Zweite Aufl.).

§) Alkohol van 84 p.c. houdt het chlorkalium in oplossing, onder meergemelde omstandigheden werkende met sublimaat.

Over zilver-carbaminezuur aethyl. Men ging eveneens uit van een alkoholische oplossing van zilvernitraat, bevattende $\frac{1}{10}NO_3Ag = 16{,}955$ gr. in een liter (alkohol van 84 p. c.). Gelijke maten der oplossing van urethaan en zilvernitraat vormen met die van potassa een neêrslag, dat aanvankelijk een *gele* kleur bezit, weldra overgaande in een steenroode, om na eenige dagen zeer donker van kleur te worden *). In waterige oplossing verandert de kleur bijna onmiddellijk en gaat over in zwart, waarom het is aan te bevelen alkoholische oplossingen te nemen (abs. alkohol is nog beter). Zilvernitraat is een zeer gevoelige reactie op (natrium- en) potassium-carbaminezuur aethyl, dat ontstaat uitgaande van alkoholische oplossingen van urethaan en potassa, en waarschijnlijk ook uitgaande van waterige oplossingen. Natrium-carbaminezuur aethyl geeft in alkoholische oplossing of vasten staat met gemelde oplossing van zilvernitraat een geel neêrslag, dat steenrood wordt en ten slotte donkerrood na betrekkelijk geruimen tijd. De reactie kan de volgende zijn b. v. voor het kalium-carbaminezuur aethyl:

$$K{-}HN{-}CO{-}OC_2H_5 + NO_3Ag = NO_3K + AgHN{-}CO{-}OC_2H_5,$$

echter aldus ontleed wordende:

$$2(AgHN{-}CO{-}OC_2H_5) + H_2O = Ag_2O + 2(NH_2{-}CO{-}OC_2H_5).$$

De vorming van $Ag_2N{-}CO{-}C_2H_5$ zou ook kunnen geschieden.

Over additie-produkten met normaal cyaanzuur aethyl. Men heeft een voorbeeld van additie in de vorming van urethaan door n. cyanuurzuur aethyl en water †):

$$C_2H_5O - C \equiv N + H_2O = C_2H_5O - \underset{\underset{O}{\|}}{C} - NH_2 \text{ §)} \ldots (P)$$

*) Na wasschen met abs. alkohol en plaatsen onder een exsiccator, bevatte een product 2,2 p.c. koolstof en 0,4 p.c. waterstof.

†) Zie *Recueil* T. I. 219.

§) Aldus te ontleden:

$$a.\ C_2H_5O{-}C \equiv N + H_2O = C_2H_5O{-}\underset{\underset{OH}{|}}{C} = NH$$

$$b.\ C_2H_5O{-}\underset{\underset{OH}{|}}{C} = NH \qquad = C_2H_5O - \underset{\underset{O}{\|}}{C} - NH_2.$$

De analysen gedaan van het product der reactie van broomcyaan en natriumaethylaat C_2H_5ONa maken het vrij waarschijnlijk, dat daarin aanwezig is een verbinding ontstaan door n. cyaanzuur aethyl met alkohol, uit te drukken door de formule *) $NCOC_2H_5$, C_2H_6O, welke verbinding echter weinig standvastig is, en reeds bij gewone temperatuur (geplaatst onder een exsiccator) wordt ontleed onder loslaten van alkohol.

Verondersteld dat dit lichaam in werkelijkheid bestaat en een atomistische verbinding is, dan zou de betrekkelijke structuur kunnen zijn:

$$C_2H_5O-C\equiv N + C_2H_5OH = C_2H_5O-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-NHC_2H_5 \quad . \quad . \quad (A)$$

of

$$C_2H_5O-C\equiv N + C_2H_5-OH = \begin{matrix} C_2H_5O \\ C_2H_5O \end{matrix}\!\!>C=NH \quad . \quad . \quad . \quad (B)$$

Sandmeyer †) laat de laatste reactie optreden in de vergelijkingen betrekking hebbende op de inwerking van chloor op een alkoholisch-waterige oplossing van soda en cyaankalium (NCK), naar dezen scheikundige op de volgende wijze voor te stellen:

$$\text{I. } C_2H_5O-Cl + NCK = C_2H_5O-C\equiv N + KCl$$

$$\text{II. } C_2H_5O-C\equiv N + C_2H_5OH = \begin{matrix} C_2H_5O \\ C_2H_5O \end{matrix}\!\!>C=NH$$

$$\text{III. } \begin{matrix} C_2H_5O \\ C_2H_5O \end{matrix}\!\!>C=NH + C_2H_5O-Cl = \begin{matrix} C_2H_5O \\ C_2H_5O \end{matrix}\!\!>C=NCl + C_2H_5-OH.$$

Maar uit de vergelijkingen II en III kan de volgende worden afgeleid:

$$C_2H_5O-C\equiv N + C_2H_5O-Cl = \begin{matrix} C_2H_5O \\ C_2H_5O \end{matrix}\!\!>C=NCl.$$

---

*) l. c. T. I. 209, 210; T. II. p. 132.

†) *Berl. Ber.* Jahrg. 19. S. 862.

Dat beteekent in woorden, dat de resulteerende verbinding, het *chloorimido*koolzuuraethyl, is te beschouwen als *een additieproduct van normaalcyaanzuur aethyl en aethylhypochloriet.* Men treft hier een nieuwe toepassing aan van de reactie gegeven door CARIUS, maar aldus gewijzigd, dat SANDMEYER gebruik heeft gemaakt van een *ester* van het *onderchlorigzuur*, in ieder geval als een gewichtige wijziging te beschouwen.

Bij inwerking van chloorcyaan op alkohol (in bijzijn van een zekere hoeveelheid water) zou naar SANDMEYER *) ontstaan de zoutzure verbinding van *imido*koolzuur aethyl volgens de vergelijking:

$$2(C_2H_5—OH) + N \equiv C—Cl = \begin{matrix} C_2H_5O \\ C_2H_5O \end{matrix} > C = NH \,.\, HCl \,..\, (c).$$

Genoemde scheikundige maakte een studie dezer verbinding, verkregen door herleiding van *chloorimido*koolzuur aethyl, dat aldus zou kunnen ontleed worden:

$$\begin{matrix} C_2H_5O \\ C_2H_5O \end{matrix} > C = NH \,.\, HCl = C_2H_5Cl + NH_2 \,.\, CO \,.\, OC_2H_5 \;\; .. \,(m)$$

en in tegenwoordigheid van water op de volgende wijze:

$$\begin{matrix} C_2H_5O \\ C_2H_5O \end{matrix} > C = NH \,.\, HCl + H_2O = CO.2OC_2H_5 + NH_3.HCl \,..\, (o).$$

Deze reacties zouden, altijd volgens dezen scheikundige, een verklaring kunnen geven van de vorming van aethylchloride C_2H_5Cl, urethaan $NH_2.CO.OC_2H_5$, aethylcarbonaat $CO.2OC_2H_5$ en chloorammonium $NH_3.HCl$ in de reactie van chloorcyaan op alkohol in bijzijn van een weinig water; en bij gevolg evenzoo bij inwerking van broomcyaan op alkohol, waarmede men zich bezighield †).

---

*) l. c. S. 862.

†) Zie *Recueil.* T. V. p. 65.

Laten we in de eerste plaats opmerken, dat vergelijking (*c*) de volgende twee reacties in zich sluit:

$$C_2H_5-OH + N\equiv C-Cl = \begin{matrix} C_2H_5O \\ Cl \end{matrix}\!\!>\!C=NH \ldots\ldots (d)$$

en de volgende:

$$\begin{matrix} C_2H_5O \\ Cl \end{matrix}\!\!>\!C=NH + C_2H_5-OH = \begin{matrix} C_2H_5O \\ C_2H_5O \end{matrix}\!\!>\!C=NH.HCl \ldots (f).$$

Als primaire reactie werd van onze zijde gegeven *):

$$C_2H_5-OH + N\equiv C-Br = C_2H_5O.C\equiv N + HBr \ldots (g),$$

die als zamenvalt met vergelijking (*d*), want men heeft:

$$\begin{matrix} C_2H_5O \\ Cl \end{matrix}\!\!>\!C=NH = C_2H_5O-C\equiv N + HCl \ldots\ldots (h).$$

Verondersteld dat broomwaterstof een additie-product vormt met normaalcyaanzuur aethyl, dan ontstaat bijgevolg:

$$C_2H_5O-C\equiv N + HBr = \begin{matrix} C_2H_5O \\ Br \end{matrix}\!\!>\!C=NH \ldots\ldots (k).$$

Vergelijking (*f*) valt ook zamen met de volgende:

$$C_2H_5O-C\equiv N + C_2H_5-OH = \begin{matrix} C_2H_5O \\ C_2H_5O \end{matrix}\!\!>\!C=NH \ldots (B),$$

terwijl het *imido*koolzuur aethyl zich kan vereenigen met het broomwaterstof gemaakt naar vergelijking (*g*), al (*k*) of niet geaddeerd aan normaalcyaanzuur aethyl.

Zooals blijkt, komt men terug op vergelijking (B), die, ten minste voor 't oogenblik, moeielijk kan worden aanvaard (zie vroeger). Ook was tot dusverre door de scheikun-

---

*) *Recueil* T. V. p. 65.

digen geen melding gemaakt van de vorming van *kooldioxyde* in de reactie van broomcyaan op alkohol (die niet minder goed plaats heeft met zuiveren alkohol), het ontstaan waarvan wel deze vergelijking vordert:

$$N \equiv C-Br + 2\,H_2O = CO_2 + NH_3.HBr \quad . \quad . \quad . \quad (p).$$

Het water stamt af van de reactie:

$$C_2H_5-OH + HBr = C_2H_5Br + H_2O \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (q).$$

Er volgt uit (zie *q*), dat dit water slechts ten deele beschikbaar zal zijn voor reactie (*o*). Merken we op, dat deze vergelijking (namelijk *o*) overbodig is tot het geven eener verklaring der vorming van broomammonium, uitgedrukt door (*p*), (terwijl het ontstaan van koolzuur aethyl nog niet genoegzaam is nagegaan). In overeenstemming met het voorgaande is wat het experiment leert, namelijk dat broomcyaan door water zelfs bij 80° vrij langzaam wordt ontleed, de temperatuur genomen om broomcyaan met alkohol te ontleden. Ook schijnt het *imido*koolzuur aethyl bij 80° niet te kunnen bestaan naar hetgeen SANDMEYER dienaangaande mededeelt. In vrijen toestand ontstaat blijkbaar:

$$\begin{matrix} C_2H_5O \\ C_2H_5O \end{matrix}\!\!>\!C=NH=C_2H_5O-CO-NHC_2H_5 \text{ (zie p. 150)},$$

welke verbinding tot nog toe niet is aangetroffen in het product der reactie van broomcyaan op alkohol, en evenmin in hetgeen ontstaat bij inwerking van broomcyaan op natrium aethylaat (in alkoholische oplossing en verhitten op een waterbad bij ongeveer 90°—100°).

In verbinding met broomwaterstof, ontstaan bij inwerking van broomcyaan en alkohol, kan *imido*koolzuur aethyl ontleed worden naar vergelijking (*m*) en door water ten deele naar (*o*). Maar zooals gezegd, het broomwaterstof werkt in ieder geval gedeeltelijk in op alkohol onder vorming van water (*q*), en het water op zijn beurt op broomcyaan NCBr (zie hierboven). De vorming van aethylbromide

C_2H_5Br en urethaan $NH_2.CO.OC_2H_5$ is op zeer eenvoudige wijze te verklaren door de vergelijkingen (*g*), (*q*) en (P), zonder tusschenkomst van het *imido*koolzuur aethyl (waarvan de vorming voor 't oogenblik alleen van theoretische beteekenis zou zijn); en zooals men deed opmerken, de vorming van koolzuuraethyl is nog nader aan te duiden. Ook heeft men betrekkelijk standvastige verbindingen aangetroffen onder de stoffen ontstaan bij inwerking van broomcyaan op alkohol, die geen verband schijnen te bezitten met *imido*koolzuur aethyl.

Maar welke ook de uitkomst moge zijn van latere waarnemingen, de eerste reactie zal wel deze zijn:

I. $C_2H_5—OH + N\equiv C—Br = C_2H_5O—C\equiv N + HBr$ . . (*g*),

en in de veronderstelling, dat *imido*koolzuur aethyl mocht ontstaan, moet vergelijking (*c*) toch altijd worden ontleed (zie (*g*), (*k*) en (*f*)) en wel alzoo:

II. $C_2H_5O—C\equiv N + HBr = \begin{matrix} C_2H_5O \\ Br \end{matrix}\!\!>C=NH$ . . . . (*k*)

III. $\begin{matrix} C_2H_5O \\ Br \end{matrix}\!\!>C=NH + C_2H_5—OH = \begin{matrix} C_2H_5O \\ C_2H_5O \end{matrix}\!\!>C=NH.HBr$. (*f*).

Het medegedeelde moge aanleiding geven tot deze gevolgtrekkingen:

1. Urethaan geeft met potassa in alkoholische oplossing *bij gewone temperatuur* een schoone krystallisatie van *kaliumisocyanaat* en zoo ook met kaliumaethylaat *).

2. Onder deze omstandigheden ontstaat kaliumisocyanaat zonder dat eerst kaliumcarbamaat wordt gevormd †).

3. Kalium geeft met urethaan in aetherische oplossing (abs. aether) waterstof (alkohol) en kaliumisocyanaat §).

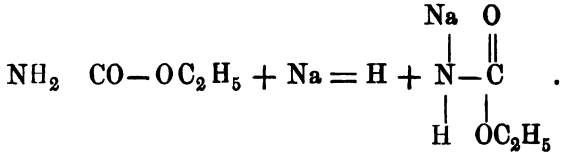
---

*) Zie deze verhandeling p. 129.

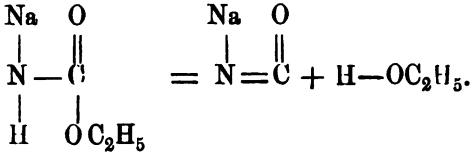
†) l. c. p. 134.

§) l. c. p. 135.

4. Natrium *) geeft met urethaan in aetherische oplossing een kleurloos lichaam, waarvan de samenstelling beantwoordt aan de formule:



Dit lichaam, *natriumcarbaminezuur aethyl*, is onoplosbaar in aether (abs.), zeer oplosbaar in abs. alkohol, maar langzaam wordt hieruit natrium*iso*cyanaat afgezet, als gevolg dezer reactie:



Natrium*iso*cyanaat treedt op als een krystallijne voluminеuse massa, zeer oplosbaar in water, onoplosbaar in abs. alkohol en aether †).

5. Met potassa §) ontstaat zonder twijfel aanvankelijk kaliumcarbaminezuur aethyl $KHN.CO.OC_2H_5$:

$$NH_2—CO—OC_2H_5 + KOH = KHN.CO.OC_2H_5 + H_2O,$$

en zoo ook met kaliumaethylaat:

$$NH_2—CO—OC_2H_5 + C_2H_5—OK = KHN.CO.OC_2H_5 + C_2H_5—OH,$$

zich op overeenkomstige wijze ontledende:

$$KHN—CO—OC_2H_5 = KN = CO + H—OC_2H_5.$$

Soda en natriumaethylaat (de soda ook in alkoholische oplossing) verhouden zich op dezelfde wijze.

---

*) l. c. p. 138.
†) l. c. p. 140.
§) l. c. p. 135.

6. Met potassa (of soda) in alkoholische oplossing in bijzijn van betrekkelijk veel water, en waarschijnlijk ook in waterige oplossing, schijnt urethaan als product der eerste reactie te vormen $KHN—CO—OC_2H_5$, kaliumaethylcarbomaat. Lettende op de bekende feiten schijnt te moeten worden aangenomen, dat als product eener secondaire reactie niet optreedt kaliumisocyanaat, maar gemelde verbinding aldus wordt ontleed:

$$KHN—CO—OC_2H_5 + H_2O = KO—CO—OC_2H_5 + NH_3,$$

terwijl het kaliumkoolzuur aethyl wordt omgezet in KO—CO—OK. Opmerkingswaardig vooral is, dat urethaan *weinig* neiging schijnt te bezitten om zich te verzeepen *); tevens van belang met 't oog op de werking van urethaan op het organisme †), die genoegzame overeenstemming zal bezitten met die van isocyaanzuur of van een *iso*cyanaat dat wellicht ontstaat.

7. De wijze waarop urethaan zich verhoudt in aetherische oplossing tegenover natrium (en kalium) en tegenover een alkoholische oplossing van soda en natriumaethylaat (of kalium en kaliumaethylaat), zoowel als de vorming van natrium (of kalium-) *iso*cyanaat, zijn even zoovele argumenten voor de formule HN = CO voor het *iso*cyaanzuur §).

8. Ammoniumcarbamaat (gemaakt naar de methode van Basaroff) geeft met potassa in alkoholische oplossing en kaliumaethylaat (en zoo ook met alkohol daarenboven verzadigd met ammoniakgas) een geleiachtig en zeer volumineux lichaam, dat een sterke neiging vertoont in tegenwoordigheid van een weinig water om zich om te zetten in kaliumhydrocarbonaat NO—CO—OK. Blijkbaar is dit lichaam *kaliumcarbamaat* **) $NH_2—CO—OK$, dat men trouwens onder deze omstandigheden niet in een ter analyse geschikten vorm heeft kunnen bekomen.

9. Alkoholische oplossingen van urethaan, sublimaat en po-

---

*) l. c. p. 143.
†) l. c. p. 146.
§) l. c. p. 142.
**) l. c. p. 132.

tassa in een verhouding in moleculen uitgedrukt door 2 : 1 : 2 vormen een (geleiachtig) neêrslag van een verbinding naar de analyse van de formule $HgN-CO-OC_2H_5$, een harde massa vormende, die met water opzwelt *).

10. Het is aan te bevelen om de reacties gegeven door JACQUEMIN voor urethaan met sublimaat of zilvernitraat en potassa (in groote overmaat) te doen met alkoholische oplossingen, en wel die van sublimaat met alkohol van 84 p.c. en die van zilvernitraat met abs. alkohol en de concentraties ter plaatse medegedeeld †).

11. Het *chloorimido*koolzuur aethyl van SANDMEYER, verkregen door reactie van chloor op een alkoholisch-waterige oplossing van soda en cyaankalium (NCK), is te beschouwen als gevormd te zijn door directe additie van n. cyaanzuur aethyl en aethylhypochloriet §):

$$C_2H_5O-C\equiv N + C_2H_5O-Cl = \begin{matrix} C_2H_5O \\ C_2H_5O \end{matrix}\!\!>C = NCl.$$

12. De veronderstelling van SANDMEYER, dat in de reactie van chloorcyaan op alkohol ontstaat zoutzure *imido*koolzuur aethyl naar de vergelijking:

$$2(C_2H_5-OC) + N\equiv C-Cl = \begin{matrix} C_2H_5O \\ C_2H_5O \end{matrix}\!\!>C = NH.HCl,$$

schijnt niet in overeenstemming te zijn met de uitkomsten **) der onderzoekingen betreffende de inwerking van broomcyaan op alkohol.

Utrecht, 25 Juni 1887.

---

*) l. c. p. 146.
†) l. c. p. 148.
§) l. c. p. 149.
**) l. c. p. 154.

OVER DE STRUCTUUR

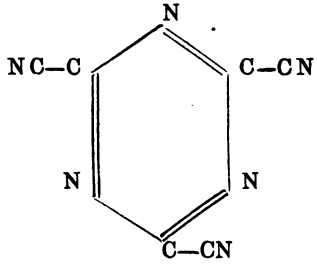
VAN

PARACYAAN EN CYAMELID,

DOOR

E. MULDER.

Paracyaan. Als moleculair-formule van paracyaan werd in het *Recueil* *) gegeven de formule N_6C_6 en als structuurformule:



(A)

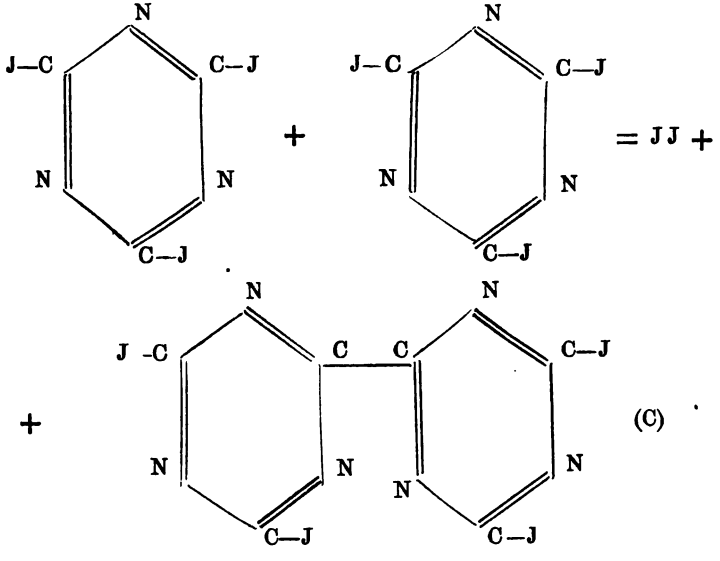
De structuur zou bij gevolg overeenkomstig die zijn van gepolymeriseerd chloor- en broomcyaan. Tot grondslag werd aangenomen de overeenkomst die bestaat tusschen den rest Cl en Br met den rest NC en de overeenkomst in synthese der verbindingen der resten Cl en Br met den rest NC en hare polymeren.

KLASON †) had aanvankelijk de formule N_3C_3 voorgesteld,

*) T. V. p. 92, 95 (Avril 1886).

†) *Ber. d. Deutsch. Chem. Ges.* Jahrg. 18. S. 496.

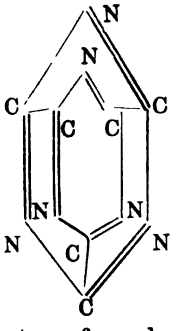
maar eenige maanden later *) sloot deze scheikundige zich aan bij de opvatting in het *Recueil* en nam tot *moleculair*-formule N_6C_6. Men zou hierop de aandacht niet vestigen, ware het niet, dat KLASON een argument gaf voor deze moleculair-formule, die zou kunnen leiden tot een andere structuur-formule. Bij *verhitten* van de verbinding $N_3C_3.3J$ ontstaat naar KLASON (gewoon) paracyaan. Men had aanvankelijk verondersteld, dat dit lichaam isomeer zou wezen met gewoon paracyaan, maar naar een latere mededeeling †) van dezen scheikundige, schijnt wel genoegzaam vast te staan, dat het hier geldt het gewone paracyaan. Hieraan nu geeft KLASON, zooals gezegd, de structuur-formule N_6C_6, en schrijft deze aldus $N_3C_3 \equiv C_3N_3$. Maar het kan duidelijk zijn, dat de eerste reactie van het polymere ioodcyaan bij verhitten deze zal zijn:



Een tweede en derde dergelijke reactie zou in het molecule (C) kunnen plaats hebben, zoodat de volgende verbinding ontstaat (samengesteld uit twee *op elkander* geplaatste ketens, een nieuwe wijze van polymerisatie voorstellende):

*) *J. f. pr. Ch. N. F.* 34. S. 158 (Juin 1886).

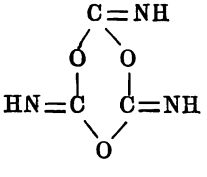
†) l. c. Bd. 34. S. 158.



(B)

Neemt men als structuur-formule van gewoon paracyaan aan (A), dan zou een dusdanig lichaam alleen kunnen afgeleid worden van een lichaam B (of van andere meer samengestelde verbindingen ontstaan als gevolg der reactie van een derde molecule $N_3C_3.3J$ op lichaam C), door *verbreken* van een keten, maar in dit geval zou gemelde synthese van gewoon paracyaan niet kunnen leiden tot formule (A). Men hecht nog al waarde aan dit onderwerp, dat niet onwaarschijnlijk nauw verwant is met dat betreffende de structuur van koolstof*) (in vasten staat).

Cyamelid. Behoort tot die stoffen, welke zich tot nog toe onttrokken aan iedere bespiegeling betreffende de structuur, ongerekend wat daaromtrent voorloopig is gezegd door KLASON †), volgens welken scheikundige cyamelid zou kunnen zijn isocyanuurzuur 3OC.3NH. Lettende op de eigenschap van cyamelid, om tegelijkertijd isocyaanzuur en cyanuurzuur te doen ontstaan en op andere reacties, zou men kunnen veronderstellen, dat cyamelid is te beschouwen als een additieproduct van normaalcyanuurzuur en isocyaanzuur: 3NC.3OH en 3(OC.NH) of 3(NC.OH). Maar het is gemakkelijk in te zien, dat vele andere isomeren kunnen bestaan, b. v. de volgende:



---

*) Zie *Recueil* T. V, p. 93.

†) *J. f. pr. Ch. N. F.* Bd. 33. S. 116.

De betrekkelijke snelheid waarmede isocyaanzuur zich polymeriseert tot cyamelid, maakt wellicht met het zoo even aangevoerde, deze structuur-formule tamelijk aanbevelenswaardig. Een lichaam van dergelijke structuur zou in ieder geval tegelijkertijd isocyaanzuur OCNH en cyanuurzuur 3NC.3OH (of 3OC.3NH) kunnen doen ontstaan.

Utrecht, 25 Juni 1887.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE

op Zaterdag 24 September 1887.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, WEBER, TREUB, RAUWENHOFF, VAN DER WAALS, MICHAËLIS, DONDERS, SCHOLS, VAN DIESEN, MARTIN, BEHRENS, PLACE, FORSTER, ENGELMANN, ZEEMAN, FRANCHIMONT, VAN DORP, PEKELHARING, MULDER, A. C. OUDEMANS JR., HOFFMANN, LORENTZ, DIBBITS, BOSSCHA, KORTEWEG, SURINGAR, ZAAIJER, BIERENS DE HAAN, SCHOUTE, HUBRECHT, DE VRIES, STOKVIS, GUNNING, VAN DE SANDE BAKHUYZEN en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris.

— Het Proces-Verbaal der vorige Zitting wordt goedgekeurd.

— Worden gelezen Brieven van Dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van de navolgenden:

1°. G. F. WESTERMAN, Directeur van het koninklijk zoölogisch Genootschap »Natura Artis Magistra" te Amsterdam, 18 Juli en 27 Augustus 1887; 2°. A. J. ENSCHEDÉ, Bibliothecaris der Stads-Biblotheek te Haarlem, 25 Juni 1887; 3°. H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN, Directeur van de Sterrewacht te Leiden, Juli 1887; 4°. J. F. L. SCHNEIDER, Bibliothecaris der polytechnische School te Delft, 5 Juli 1887; 5°. G. J. W. BREMER, Secretaris van het Bataafsch Genootschap der proefondervindelijke Wijsbegeerte te Rotterdam, 11 Juli 1887; 6°. W. F. C. VAN LAAK JR., Bibliothecaris

der Gemeente-Bibliotheek te Arnhem, 1887; 7°. de gedeputeerde Staten van Friesland te Leeuwarden, 11 Augustus 1887; 8°. VAN DER STOK, Directeur van het magnetisch meteorologisch Observatorium te Batavia, 29 Juni 1887; 9°. L. PAUW, Secretaris der Vereeniging tot Bevordering der geneeskundige Wetenschappen te Batavia, 17 Juli 1887; 10°. W. BURCK, Adjunct-Directeur van 's Lands Plantentuin te Buitenzorg, 9 Augustus 1887; 11°. W. TONCKENS JR., President der koloniale Bibliotheek te Paramaribo, 21 Juli 1887; 12°. D. STUR, Directeur der k. k. geologische Reichsanstalt te Weenen, 13 Juli 1887; 13°. H. BRUNS, Bibliothecaris der astronomische Gesellschaft te Leipzig, 31 Juli 1887; 14°. M. UHLE, Bibliothecaris van het Verein für Erdkunde te Dresden, 5 Juli 1887; 15°. R. CLAUSIUS, Bonn, 20 Augustus 1887; 16°. C. GEGENBAUR, Heidelberg, 30 Juli 1887; 17°. J. E. A. MARTIN, Secretaris van het Verein für Thüringische Geschichte und Altertumskunde te Jena, 6 Juli 1887; 18°. F. IMHOOF BLUMER, Winterthür, 29 Augustus 1887; 19°. E. FERGOLA, Secretaris der Accademia delle Scienze fisiche e matematische te Napels, 7 Juli 1887; 20°. J. M. LATINO-COELHO, Secretaris der Académie royale des Sciences te Lissabon, 6 Mei 1887; 21°. J. MULLER, Secretaris der Société royale des Antiquaires du Nord te Kopenhagen, 1 Augustus 1887; 22°. E. REGEL, Directeur van den Jardin impérial de Botanique te St. Petersburg, 12 Juni 1887; 23°. H. WILD, Directeur van het Observatoire physique central te St. Petersburg, 12 Juli 1887; 24°. M. PEREZ, Onder-Directeur van het Observatorio meteorologica central te Mexico, 20 Juli 1887; 25°. J. J. FLETCHER, Bibliothecaris der Linnean Society of N. S. W. te Sydney, 13 Juli 1887; aangenomen voor bericht.

— Voorts Brieven ten geleide van boekgeschenken van de navolgenden:

1°. het Ministerie van binnenlandsche Zaken te 's Gravenhage, 1, 25 Juli, 17 Augustus en 23 September 1887; 2°. T. PLACE, Rector Magnificus der Universiteit te Amsterdam, 19 September 1887; 3°. den Commissaris des Konings

in de provincie Friesland te Leeuwarden, 12 Juli 1887; 4°. L. LALLEMAND, Parijs, 4 Juli 1887;

waarop het gewone besluit van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de boekerij.

— De Voorzitter heet de Vergadering welkom bij het begin van den nieuwen academischen cursus, en brengt het heugelijk feit in herinnering, dat de Akademie niet alleen door geene verliezen onder hare leden in den vacantietijd getroffen werd, maar zelfs het voorrecht genoot twee dier leden te behouden, waarvan het eene: de Hoogleeraar PEKELHARING, van eene wetenschappelijke zending naar Nederlandsch-Indië gelukkig wederkeerde, terwijl het andere: de Hoogleeraar VAN 'T HOFF, voor een beroep naar het buitenland bedankte. Hij wenscht den Heer PEKELHARING geluk met de wel geslaagde pogingen om licht te verspreiden over het netelige vraagstuk, welks oplossing hem werd toevertrouwd, en stelt het op hoogen prijs dat de Heer VAN 'T HOFF voor zijne leerlingen en voor de wetenschap in Nederland behouden mocht blijven.

Tot de ingekomen stukken behooren: 1°. een brief van Mevr. de douairière ORTT, ter begeleiding van een photographisch portret van wijlen haar echtgenoot, Jhr. J. R. T. ORTT, lid der Akademie. De dank der Afdeeling werd der geefster bereids door den Secretaris overgebracht; 2°. eene missive van Z.E. den Minister van Binnenlandsche Zaken (10 Aug. 1887), waarin Z.E. zich aanbeveelt voor de mededeeling van de aanwijzingen tot het verrichten van een periodiek onderzoek naar de deugdelijkheid der bliksemafleiders op 's Rijks Museum van schilderijen, toegezegd in het Rapport der Afdeeling van 29 Juni 1887; zij zal in handen worden gesteld van de Commissie, vroeger met het onderzoek naar het isolement van 's Rijks Museum van schilderijen belast; 3°. eene missive van den Minister van Binnenlandsche Zaken (30 Aug. 1887), inhoudende het verzoek om bericht en raad aangaande een gemeenschappelijk schrijven van de hoogleeraren in de botanie aan de drie Rijks-Universiteiten en den Directeur van 's Lands Plantentuin te Buitenzorg

waarin zij den steun der Regeering verzoeken, ter bevordering van het bezoek van jeugdige Nederlandsche botanisten aan het wetenschappelijk station voor kruidkundigen te Buitenzorg. In geval van een gunstig advies, verklaart de Minister zich bereid, mede te werken, dat voor het beoogde doel jaarlijks eene Rijks-subsidie van *f* 700.— ter beschikking der Afdeeling worde gesteld en aan haar worde uitbetaald, onder voorwaarde, dat de Afdeeling het beheer over het door Dr. TREUB bijeengebrachte Buitenzorgfonds op zich neme, en den Minister een voorstel doe, hoe dit beheer geregeld kan worden. De Secretaris leest den brief, als bijlage aan 's Ministers schrijven toegevoegd, voor. De Afdeeling, die de mededeelingen van Dr. TREUB over het botanisch station te Buitenzorg reeds in eene vorige vergadering met belangstelling aangehoord, en de wording dezer Instelling levendig had toegejuicht, machtigt haar Bestuur, de maatregelen te beramen en uit te voeren, noodig om de stichting van een Buitenzorgfonds te verzekeren, en den Minister de gevraagde inlichtingen te verschaffen; 4°. eene bijdrage van den Heer J. DE VRIES, leeraar aan de H. B. S. te Kampen, ter opneming in de werken der Akademie, getiteld: »Over quadrupel-involuties op algemeene biquadratische lijnen". Zij wordt om voorlichting in handen gesteld der Heeren SCHOUTE en BIERENS DE HAAN; 5°. eene verhandeling van den Heer Dr. J. D. R. SCHEFFER te Veendam, ter opneming in de werken der Akademie, getiteld: »Onderzoekingen over de diffusie van eenige anorganische en organische verbindingen". In handen gesteld van de Heeren VAN BEMMELEN en DIBBITS.

— De Commissie voor de geologische kaart van Nederland brengt rapport uit over een adres, aan Z.E. den Minister van Staat en van Binnenlandsche Zaken gericht door den Heer HUGO SURINGAR, uitgever te Leeuwarden. Het betrof de aanvrage om de ondersteuning der Regeering, ten einde een geologisch gekleurden gemeente-atlas het licht te doen zien, en dat wel in de plaats van den onveranderden herdruk der geologische kaart van Dr. STARING,

door de Afdeeling Natuurkunde der Koninklijke Akademie van Wetenschappen in hare vergadering van 28 Mei 1887 aanbevolen. Het advies der Commissie luidt ongunstig en zal den Minister als antwoord op ZExc's brief van 16 Juni 1887 worden medegedeeld.

— De Heer DONDERS leest een gedeelte zijner repliek op het »Antwoord van J. BOSSCHA op het advies van den Heer F. C. DONDERS", den 2den April 1887 in de Afdeeling voorgedragen, en betrekking hebbend op de zaak van Standaardmeter en -kilogram. Hij wenscht voornamelijk in het licht te stellen, dat het oordeel van den Heer BOSSCHA over sommige handelingen van het voormalig Koninklijk Nederlandsch Instituut en van wijlen den Heer STAMKART onrechtvaardig was, en beide te zuiveren van den blaam en de beschuldigingen, door den Heer BOSSCHA in zijn »Antwoord" over hen uitgesproken.

De Heer BOSSCHA verklaart, dat hij, hoewel daartoe bevoegd, geene repliek op het door den Heer DONDERS gesprokene leveren zal, daar het hem voorkomt, dat verdere discussiën over de onderwerpelijke zaak veilig gestaakt kunnen worden. Hij ontkent echter eenigen blaam of eenige beschuldiging op het Koninklijk Nederlandsch Instituut of een zijner leden te hebben geworpen of daarover te hebben uitgesproken, maar enkel te hebben gewezen op den nadeeligen invloed, dien ongunstige omstandigheden op wetenschappelijke onderzoekingen hebben kunnen, en de onjuistheid der gevolgtrekkingen, die daarvan het gevolg kan zijn.

— De Heer TREUB meent in den geest der natuuronderzoekers in Nederlandsch-Indië te handelen, door de Heeren PEKELHARING en WINKLER ook uit hun naam geluk te wenschen met den gunstigen uitslag hunner onderzoekingen over de beri-beri ziekte, en verheugt er zich in, dat de Nederlandsche Regeering hen tot dat onderzoek uitnoodigde, daar het te voorzien was, dat andere natiën ons, zoo wij lijdend waren blijven toezien, het werk uit de handen zouden genomen hebben. Thans werd een belangrijk en

netelig vraagstuk door onze eigene landslieden tot klaarheid gebracht.

— De Heer BUYS BALLOT spreekt »Over de energie der golvingen, die door verschillende vlammen worden uitgestraald", naar aanleiding o. a. van proeven, te dien opzichte door den Heer W. H. JULIUS genomen in het physisch laboratorium der Utrechtsche hoogeschool.

— De Heer SCHOLS biedt, uit naam van het lid der Akademie VAN DEN BERG, voor de Verslagen en Mededeelingen diens verhandeling aan, getiteld: »Over de graphische oplossing van een stelsel lineaire vergelijkingen".

De Heer KORTEWEG biedt voor dezelfde werken aan een opstel, getiteld: »Een en ander over CONSTANTIJN HUYGHENS als beminnaar der Natuurwetenschappen en zijne betrekking tot DESCARTES".

— Voor de bibliotheek worden ter beschikking gesteld, door den Heer SCHOLS: Waterbouwkunde, door HENKET, SCHOLS en TELDERS, 3e deel, 3e ged., 2e Afl. en 4e deel, 2e ged., 2e Afl.; door den Heer BIERENS DE HAAN: Register naar eene wetenschappelijke verdeeling, op de werken van het wiskundig Genootschap: Een onvermoeide arbeid komt alles te boven, en: Quelques inédites de RENÉ DESCARTES et de CHR. HUYGHENS par D. BIERENS DE HAAN; door den Heer HUBRECHT: Dr. G. C. J. VOSMAER, Porifera (Sponzen), bewerkt voor Dr. H. G. BRONN's Klassen und Orduungen des Thierreichs; door den Heer DONDERS: Onderzoekingen, gedaan in het physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. Derde Reeks, X, 2e Stuk, en Festsitzung der ophthalmologischen Gesellschaft in der Aula der Heidelberger Universität am 9 August 1886.

— Daar er verder niets te verhandelen is, sluit de Voorzitter de vergadering.

RAPPORT

DER COMMISSIE VOOR DE GEOLOGISCHE KAART

OP EEN ADRES

VAN DEN HEER HUGO SURINGAR AAN DEN MINISTER VAN BINNENLANDSCHE ZAKEN.

De Commissie voor de geologische kaart van Nederland kan zich geenszins vereenigen met het verzoek van den Heer H. SURINGAR, uitgever te Leeuwarden, aan Zijne Excellentie den Minister van Binnenlandsche Zaken, om ter vervanging van een herdruk der geologische kaart van STARING, voor een uitgave van den atlas van J. KUIJPER, met geologisch gekleurde gemeente-kaartjes, van 's Rijkswege een subsidie te erlangen, en wel op de volgende gronden.

1°. De geldelijke opoffering voor de Regeering zoude bij de verleening van een dergelijk subsidie grooter wezen dan bij eventueelen herdruk der kaart van STARING. De Heer SURINGAR toch vraagt eene ondersteuning van ƒ 2700, waarvoor hij 30 exemplaren van den geologisch gedrukten gemeente-atlas ter beschikking van de Regeering zou stellen. Daarentegen zou de herdruk van de kaart van STARING, voor zooverre de Commissie dit kan beoordeelen, niet meer dan ƒ 3000 behoeven te kosten, en zou de Staat hierdoor in het bezit van 200 exemplaren komen, die, tegen den vroegeren prijs van ƒ 20 verkocht wordende, ongeveer ƒ 4000 zouden opleveren.

2°. Het publiek zal met de uitgave der geologisch gekleurde gemeente-kaartjes niet gebaat worden. De koopprijs

van den gemeente-atlas zal *f* 90, die van de kaart van STARING slechts *f* 20 bedragen.

3°. De uitgave van den gemeente-atlas, zooals die is voorgesteld, kan geen paedagogisch nut opleveren, omdat de geologisch gekleurde gemeente-kaartjes niet het overzicht geven, hetwelk door de kaart van STARING wordt verkregen. Ook bestaan nevens de laatste reeds geologische schoolkaarten: zoowel van het geheele land als van de provinciën, welke in de behoefte van het onderwijs ruimschoots voorzien.

4°. Aan de belangen van den landbouw, die de Heer SURINGAR wellicht op het oog heeft gehad, kan pas worden te gemoet gekomen door de bewerking te zijner tijd van de definitieve geologische kaart, zooals die (met profielen, cijfers en letters voorzien) door de Commissie werd voorgesteld. Wij moeten buitendien met nadruk er op wijzen, dat alle onzekerheden der kaart van STARING, wanneer die zonder herziening in den gemeente-atlas worden overgenomen, door de grootere schaal der gemeente-kaartjes zouden vergroot worden, hetgeen alleszins onraadzaam moet worden geacht. Wegneming der onzekerheden en aanvulling van het gewenschte détail zouden de uitgave der geologische gemeentekaartjes ongetwijfeld zoo lang vertragen, dat de Commissie ondertusschen met allen arbeid voor de definietive kaart gereed was gekomen.

5°. Voor de werkzaamheden der Commissie voor de geologische kaart, kunnen de gemeente-kaartjes (al mochten die geologisch gekleurd wezen) niet den minsten dienst bewijzen.

De Commissie meent dus der Akademie te moeten ontraden, het verzoek van den Heer SURINGAR bij Zijne Excellentie den Minister van Binnenlandsche Zaken te ondersteunen.

TH. H. BEHRENS.
K. MARTIN, *verslaggever*.
VAN DIESEN.
J. M. VAN BEMMELEN.

REPLIEK

OP HET

ANTWOORD VAN DEN HEER BOSSCHA

DOOR

F. C. DONDERS *).

In de Vergadering der Afdeeling van 29 Januari 1887 kwamen de stukken ter tafel, waaruit bleek, dat de Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid het voornemen had, een Koninklijk Besluit uit te lokken, waarbij meter N°. 19 tot wettigen standaard werd verklaard en de Polytechnische School als bewaarplaats der Standaarden werd aangewezen.

Op de Vergadering van Februari daaraanvolgende bracht de Commissie voor Standaardmeter en -kilogram verslag uit over de in hare handen gestelde stukken en stelde voor, den Minister van Binnenlandsche Zaken te berichten, dat de Afdeeling »geen vrijheid vond, bezwaar te maken tegen de »voorstellen, door den Minister van Waterstaat, Handel en »Nijverheid aanbevolen." Mijn advies, in dezelfde vergadering uitgebracht, had de tegengestelde strekking.

De Afdeeling besloot, de beide stukken, het verslag der Commissie en mijn advies, voor de leden te doen drukken en in de volgende Vergadering daarover te beraadslagen.

Op deze nu, gehouden den 4den April, las de Heer Bosscha een antwoord voor, dat ten doel had, de gronden, waarop mijn advies berustte, te bestrijden. Bij het hooren

*) Vergelijk de stukken in *Verslagen en Mededeelingen*. III. 3. 1887.

van het met klem uitgesproken betoog gevoelde ik, dat aan een afdoende weêrlegging voor de vuist niet te denken viel, en dat, tegenover de onjuiste voorstellingen, waarvan het overvloeide, alléén een commentarius perpetuus (mijne kritiek naast den herdrukten tekst) de waarheid tot haar recht kon brengen. Mijn repliek was dan ook niet veel meer dan een verklaring, die door het *Handelsblad* (dd. 4 April 1887) nog het best is weêrgegeven. Uitstel vroeg ik niet, omdat mij alreeds gebleken was, dat de Vergadering daartoe slechts noode zou zijn overgegaan. Ik meende bovendien, na het door mij uitgebracht advies, de beslissing veilig aan de Vergadering te kunnen overlaten.

Intusschen werd het voorstel der Commissie, het zij dan met eene kleine meerderheid, aangenomen. Maar ik mag mij daarom niet van repliek ontslagen rekenen, uit eerbied alreeds voor de waarheid, waaraan is te kort gedaan, maar bovendien om op te komen tegen den blaam, in het antwoord van den Heer Bosscha, én op de Eerste Klasse van het Kon. Ned. Instituut én op de Afdeeling voor Natuurkunde, in het bijzonder op den Heer Stamkart, geworpen. Ik zal mij bepalen tot punten, die den lezer nog wel zullen voor den geest staan, en den commentair, tot het leveren waarvan ik op de Vergadering verlof vroeg en verkreeg, wanneer aanleiding daartoe zich mocht opdoen, zonder tusschenkomst der Afdeeling aan die leden doen toekomen, op wier belangstelling ik mag rekenen en op wier oordeel ik prijs stel.

I.

Uit mijn advies leidt de Heer Bosscha drie punten van beschuldiging af:

1. Schending van het Koninklijk Besluit van 15 Mei 1876;
2. Het wegvoeren van den kolonialen meter N°. 27;
3. Het Koninklijk Besluit van 21 Februari 1883, houdende de benoeming van een Commissie van drie Hoogleeraren der Polytechnische School tot het vervaardigen van kopieën van meter N°. 19.

De Heer Bosscha moge recht hebben, dat het overbrengen der meters naar Delft op zich zelf weinig of niets beteekent, het krijgt beteekenis in het licht der feiten, die gevolgd zijn. Eene korte recapitulatie, noodig ook tot verbetering, op menig punt, der door den Heer Bosscha gegeven voorstelling, moge het bewijzen.

Reeds in den conceptbrief aan den Minister, November 1880, waarbij toestemming werd gevraagd, om een der meters in Delft achter te laten, schemerde door, wat in de bedoeling van den steller lag. Toch droeg de Voorzitter aan dezelfde leden der Rijkscommissie, maar uitdrukkelijk als leden der Academie, daarmede een beroep doende op hunne loyauteit, als zoodanig, het mandaat op, om de afdeeling verder voor te lichten omtrent de voorstellen, die de Minister van haar tegemoet zag. Maar het van hen verlangde rapport bleef uit, twee jaren lang, trots officiëel en officieus rappel, en toen de Voorzitter door het overlijden van den Heer Stamkart en het bedanken van den Heer Bosscha zich genoodzaakt zag, het mandaat aan de Commissie voor Standaardmeter en -kilogram over te dragen (Januari 1883), maakte de Heer Bosscha, Voorzitter dezer Commissie, de reserve: »dat het hem als lid der »Rijkscommissie, met het overbrengen der meters belast, vrij »zou staan, de belangen, welke hem in zake den Meter door »den Minister worden toevertrouwd, boven de ware of ver»meende belangen der Akademie te handhaven."

Nu achtte het Bestuur den tijd gekomen, om zelf voorstellen te ontwerpen, doch wenschte, alvorens ze in de Vergadering te brengen, nog een poging te doen, om met de Commissie tot een vergelijk te komen. En op een bijeenkomst, te dien einde belegd, betoogde de Heer Bosscha, dat men zich voor het oogenblik bepalen kon tot het maken van kopieën van den te Delft aanwezigen meter, en dat die taak gevoegelijk zou kunnen worden opgedragen aan de Heeren Bosscha, Schols en Snijders, allen te Delft woonachtig.

Op grond van overwegingen, in mijn advies (V. en M. 3, III, 304) vermeld, liet het Bestuur zich verleiden, daaraan zijne adhaesie te schenken, en noodigde de Voorzitter de Commissie uit, een daartoe strekkend voorstel aan de Afdeeling te

richten. Het voorstel komt in, geteekend Bosscha, President, Van Riemsdijk, Secretaris, en men mag aannemen, dat de Afdeeling zich er mede zou hebben vereenigd. Maar zie, de Minister is haar voorgekomen, en — afschrift van een Koninklijk Besluit, waarbij de Commissie reeds is benoemd, bestaande uit dezelfde personen, belast met dezelfde taak, ligt ter tafel. De Heer Bosscha had op de bijeenkomst verzwegen, dat het voorstel reeds door hem aan den Minister gedaan was, — aan de Afdeeling de wel wat bescheiden rol overlatende, om zijn reeds gegeven advies den Minister nog eens als het hare in te zenden.

Dat was een slag in het aangezicht van het Bestuur, dien ik had kunnen en moeten voorkomen. Dáárom — niet om het besluit, als zoodanig, zooals de Heer Bosscha schijnt te meenen — stelde ik mij niet verder benoembaar als Voorzitter. *)

In het licht der bovenstaande feiten wordt het terughouden van den meter toch wel iets anders dan een beuzeling, zooals de Heer Bosscha het geliefde te noemen.

Zooveel over het eerste en derde punt van beschuldiging.

Tot het formuleeren van het tweede lag in mijn advies hoegenaamd geen reden. Ik had het opvragen van meter 27 slechts even aangeroerd en enkel om te zeggen, dat ik daarin aanleiding had gevonden, om bij de Commissie opnieuw

---

*) De Heer Bosscha merkt op, dat ik enkel om redenen van gezondheid reeds het vorige jaar had willen aftreden. Hij verzwijgt, maar de notulen verraden het, dat ik, in verband daarmede, wees op de stemmen, die mij onthouden werden. Tot dusverre had ik slechts herbenoeming met algemeene stemmen gekend: die mij nu afvielen waren geen onverschilligen, maar tegenstanders. En een President heeft behoefte aan de welwillendheid van al de leden, dan vooral, wanneer hij, bij 't klimmen der jaren, niet altijd even wakker is. Reeds een paar malen had ik daarvan de ervaring opgedaan. Maar toen, in weerwil van mijn besliste weigering, één maand later nieuwe herbenoeming volgde en de tegenstand zich meer schuil hield, mocht ik geen weerstand bieden. Toch gevoelde ik, dat mijn Praesidium niet meer van langen duur zou zijn: het nu gebeurde was meer dan voldoende, om mijn besluit onherroepelijk te maken

Ik heb mij deze toelichting veroorloofd, omdat de Heer Bosscha mijne verzekering in twijfel trok, — op reeds hoogen leeftijd eene voor mij geheel nieuwe ervaring.

met ernst aan te dringen op de voorstellen, die nog altijd waren uitgebleven. Maar de Heer Bosscha behandelt uitvoerig de geschiedenis van den kolonialen meter, blijkbaar om gelegenheid te vinden, een blaam te werpen op het werk der Afdeeling en in het bijzonder op dat van den Heer Stamkart.

Vooraf een woord, om de door den Heer Bosscha gewraakte houding van het Bestuur in dezen te rechtvaardigen.

Van de twee meters, uit Parijs overgebracht, was, zooals men weet, één bestemd voor Koloniën. De Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid had de Afdeeling aangeschreven, dat de beide meters door haar zouden worden in bewaring genomen, den voor Koloniën bestemde, »totdat »de Minister van Koloniën deswege een beslissing zou heb»ben genomen."

Zooals gezegd, kwam slechts één meter, en wel meter 27, in handen der Afdeeling. N°. 19 bleef te Delft. Van den Minister van Koloniën werd intusschen niets vernomen. Maar twee jaren later richtte de Heer J. A. C. Oudemans zich tot den Secretaris der Afdeeling met het verzoek, meter 27, op het Trippenhuis in bewaring, te Utrecht te zijner beschikking te stellen: hij wenschte den normaalmeter van Repsold, bij de basismeting op Java door hem gebezigd, daarmede te vergelijken. En — niet de Heer Oudemans, maar de Heer Bosscha verwondert zich, dat het Bestuur niet onmiddellijk bereid is, aan dat verzoek gevolg te geven! Luidde dan niet de aanschrijving, dat het Bestuur een beslissing van den Minister van Koloniën had af te wachten? — Doch bovendien behoorde het zich nog nader te vergewissen, of niet even goed meter 19 voor Koloniën kon worden bestemd.

»Het is goed voor de Akademie", zegt de Heer Bosscha, »hier te doen uitkomen, dat buiten het Bestuur »niemand in de Afdeeling zich destijds warm maakte voor »het denkbeeld, meter N°. 27 hier te behouden, en dat met »14 tegen ééne stem besloten werd, den Minister de mach»tiging te verzoeken tot het afgeven van den meter".

Hierop eene kleine terechtwijzing!

Wie te veel bewijst, zegt men, bewijst niets. Maar de

Heer Bosscha doet meer: hij bewijst het tegendeel. Hij vergeet, dat de drie leden van het Bestuur ter Vergadering aanwezig waren en dat dus minstens twee daarvan tot het besluit hebben medegewerkt. En ook het derde lid zal wel niet anders gestemd hebben; want — er was geen reden hoegenaamd, om zich tegen het voorstel te verzetten. Het gold, namelijk, (de gedrukte notulen — Buitengewone Vergadering van 30 December 1882, blz. 337 — wijzen het uit) een bemiddelend voorstel van den Heer van Diesen, dat de strekking had, »om den Minister een schrijven te »richten, waarin hem werd voorgesteld, *één der beide meters*" (niet *den* meter, dat is meter 27, zooals de Heer Bosscha schrijft) ter beschikking van den Heer Oudemans te stellen: »in de Januari-Vergadering zou dan kunnen beslist wor»den, *welke der beide meters* naar Utrecht zou worden afge»zonden". Hiertegen kantten zich natuurlijk noch het Bestuur noch de leden.

Ware het niet goed geweest voor de Afdeeling, wat beter ingelicht te zijn omtrent de betrouwbaarheid der voorstellingen van den Heer Bosscha?

Het van de Commissie voor Standaardmeter en -kilogram verlangde rapport bracht het Bestuur tot de overtuiging, dat een poging, om meter 19 voor Koloniën te doen bestemmen, geen kans van slagen had, en het meende daarom zonder verwijl aan de nu gevolgde ministeriëele aanschrijving te moeten gehoorzamen. Maar de Afdeeling — kwam bedrogen uit. Toen zij er in berustte, dat meter 19 in Delft zou achterblijven en, op aandrang van den Heer Bosscha, daartoe de machtiging vroeg van den Minister, verkeerde zij in de meening, dat de meters 19 en 27 in allen deele gelijk stonden. Eerst later gaf de Rijkscommissie te kennen, dat alléén meter 19 bij lage temperatuur met den mètre des Archives vergeleken was en daarom door haar voor Standaard was bestemd.

Ziedaar het zuivere relaas der feiten. Op welken grond beweert dan de Heer Bosscha, »dat het Bestuur al het »mogelijke heeft gedaan, om de inwilliging van het verzoek »des Heeren Oudemans te verhinderen". »De Heer Donders"

»zegt hij erkent het zelf en nog doet het hem leed, dat »het niet gelukt is".

Alles fictie, louter fictie!

En nu het vonnis, door den Heer Bosscha over het werk der Akademie en dat van den Heer Stamkart geveld.

Er zal bewezen worden, dat het Trippenhuis de meest ongeschikte plaats is voor waarneming.

Een Commissie, bestaande uit de Heeren Cohen Stuart, Matthes en Stamkart, is belast met de vergelijking van den normaalmeter (behoorende bij den voor de basismeting in Java bestemden toestel van Repsold) met den platina-standaard van 1839, in het Trippenhuis aanwezig. De uitkomsten van dit onderzoek zijn medegedeeld in de zitting van 27 Juni 1868. De Heer Oudemans controleert ze in Indië door vergelijking van den normaalmeter met den glazen meter: een der meters, door den Heer Stamkart (in vereeniging met den Heer J. A. C. Oudemans) vroeger in het Trippenhuis met den platina meter vergeleken. En, — ongehoord! hij vindt een verschil van niet minder dan 72 microns: »een bedrag, 3maal grooter", zegt de Heer Bosscha »dan hetgeen men nog duidelijk met het bloote oog »kan waarnemen" ....

Maar zie, een bladzijde verder deelt hij ons mede, hoe de Heer van Hees in 1880 vond, dat de Heer Stamkart zich bij de berekening had vergist in de temperatuur. Waarom dan, zoo vraag ik, het verschil eerst zoo breed uitgemeten als waarnemingsfout? Moest de indruk achterblijven, dat het Trippenhuis de schuld draagt? Zoo schrijft men geen historie.

Maar er volgt meer. Op het vragen van opheldering door den Heer Oudemans zou de Heer Stamkart geantwoord hebben: »De slechte verlichting van de lokalen in »het Trippenhuis kan wel de oorzaak zijn van het ver»schil." En de Heer Bosscha besluit: »Men moet inder»daad wel overtuigd geweest zijn, onder geheel onvoldoende »omstandigheden te hebben gewerkt, wanneer men een ver»schil van een veertiende millimeter, een verschil grooter »dan men bij de verificatie van standaarden van den twee»den en derden rang bij den ijk zal toelaten, toeschrijft

»aan deze reden." Maar wie kan gelooven, dat STAMKART iets dergelijks gedacht en geschreven heeft? De Heer OUDEMANS *) verklaart, vast overtuigd te zijn: »dass eine »mangelhafte Beleuchtung der Striche auf dem Platinme»ter, die nur einzelne Microns Breite haben, unmöglich »eine Differenz von 72 Microns erklären kann." En zou STAMKART dan die ongerijmdheid hebben geloofd? Nog minder denkbaar wordt het, wanneer, zooals de Heer OUDEMANS ons mededeelt, STAMKART zelf, bij de vergelijking van den meterstaaf met den glazen meter van het Trippenhuis en met den zoogenaamden meter van VAN SWINDEN, uitkomsten heeft verkregen, die nauwelijks van de zijne afwijken.

Klaarblijkelijk is hier verwarring in het spel. De uitkomsten der drie waarnemers liepen nog al uiteen en de middelbare fouten waren betrekkelijk groot. En hiervan zoekt STAMKART de reden dáárin (Proces-Verbaal van de Vergadering op 27 Juni 1868, blz. 3): »dat de verdeelstrepen op den platinameter »niet zuiver genoeg zijn; dat de verlichting niet altijd even »voldoende was en wellicht andere oorzaken." Dit moet hem hebben voor den geest gestaan, toen hij in zijn schrijven aan den Heer OUDEMANS van den invloed der slechte verlichting sprak. De Heer OUDEMANS brenge den brief te berde en ik houd mij overtuigd, dat van verwarring blijken zal. Bij het groot verschil der uitkomsten van den platina meter met die van den glazen meter en van den meter van VAN SWINDEN, had STAMKART wel reeds aan een fout in de berekening gedacht, en opnieuw geeft hij daarvan blijk in zijn antwoord aan den Secretaris, bij de officiëele aanmaning van den Heer J. A. C. OUDEMANS, door het Bestuur in zijne handen gesteld. Ten slotte is het STAMKART zelf, die uitlokte, dat de waarnemingen der Commissie door den Heer VAN HEES werden overgerekend, waarbij de vergissing aan het licht kwam.

En dat alles belette den Heer BOSSCHA niet, zooals wij zagen, te schrijven; »Men moet inderdaad wel overtuigd »geweest zijn, onder geheel onvoldoende omstandigheden te

*) *Die Triangulation von Java.* Erste Abtheilung. S. 64. Batavia. 1875.

»hebben gewerkt, wanneer men een verschil van $^1/_{14}$ mil-»limeter, een verschil grooter dan men bij de verificatie van »Standaarden van den tweeden en derden rang voor den »ijk zal toelaten, toeschrijft aan gebrekkige verlichting."

En daarmede is dan het vonnis over het Trippenhuis geveld!

Maar nog ben ik niet ten einde.

»Wat ik hier verhaal," zoo verklaart de Heer BOSSCHA, »is openbaar; het staat te lezen in het eerste gedeelte van »het verslag over de triangulatie van Java, door den Heer »OUDEMANS samengesteld, door het Rijk uitgegeven, een »blijvend werk, dat gelezen zal worden door ieder, die de »literatuur der geodesie wil kennen. De Heer OUDEMANS »mocht de onzekerheid omtrent den grondslag van zijnen »arbeid, die vele jaren van inspanning en tonnen gouds »had gekost, niet verzwijgen, en het was zijn recht aan te »toonen, wie daarvoor de verantwoordelijkheid te dragen had."

Schijnt het niet, alsof èn 's Lands financiën èn de wetenschap in gevaar waren? Men kan gerust zijn. De Heer OUDEMANS wenschte wel eenige opheldering ten aanzien der onmogelijke uitkomsten van de vergelijking met den platina meter; maar, zooals hij zegt, bestond toch »die grösste »Wahrscheinlichkeit, dass die drei auf indirectem Wege »erhaltenen" (met twee glazen meters in Java en Amsterdam en met den meter van VAN SWINDEN te Amsterdam) »mit einander nahezu übereinstimmenden Resultate richtig »sind." En werkelijk de resultaten van den platina meter zouden hem niet verder hebben gebracht. Hij had bovendien, zooals hij ons mededeelt, uitzicht, zijnen normaalmeter weldra met den platina-iridium meter, die uit Parijs zou worden overgebracht, te kunnen vergelijken en dan moest hem de vergelijking met den platina meter vrij onverschillig zijn.

De geschiedenis, waarvan de Heer BOSSCHA zoo grooten ophef maakt, komt dus neêr op een vergissing in de temperatuur bij de berekening.

Ziedaar de feitelijke toedracht!

Volgens den Heer BOSSCHA zou ik geen kritiek dulden. Inderdaad, met een kritiek, als waarvan wij hier getuigen zijn,

ga ik niet mede. Is het noodig te herhalen, dat de waarnemingen op het Trippenhuis hiermede niets gemeen hebben?

Verviel het *tweede* punt van beschuldiging, een *vierde* had de Heer Bosscha kunnen opnemen: ik bedoel het verborgen houden van het aan den Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid gegeven advies, om meter 19 tot Standaard te verheffen en de Standaarden in de Polytechnische School ter bewaring te geven.

Als President der Commissie voor Standaardmeter en -kilogram had de Heer Bosscha (zie advies V. en M. 3, III, 305) aan de Afdeeling geschreven: »Wanneer de Commissie »hare werkzaamheden heeft ten einde gebracht, zal het tijd»stip daar zijn, om over de wijze van bewaren van den nieuwen »Standaard voorstellen te doen". Dat scheen regelmatig. De Afdeeling kon dus de voorstellen van *hare* Commissie te gemoet zien, als dat tijdstip zou zijn aangebroken. Intusschen, toen het Trippenhuis, in zijn geheel, ter beschikking der Akademie kwam, meende het Bestuur, onder de door den Minister van Binnenlandsche Zaken verlangde voorstellen tot verbouwen, alvast ook zoodanige te moeten opnemen, als voor de richtige bewaring en het gebruik der Standaarden zouden gevorderd worden, en de Minister van Binnenlandsche Zaken schonk daaraan zijne goedkeuring. Maar zie, weinige maanden later, leert de afdeeling uit stukken, door den Minister van Binnenlandsche Zaken in hare handen gesteld, het advies kennen van den Heer Bosscha en — de gezindheid van den Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid, om het te volgen. Nu beweert wel de Heer Bosscha (antwoord V. en M. 3, III, 430), dat de Afdeeling gewaarschuwd was: geraadpleegd, namelijk, door het Bestuur omtrent de verbouwing, in verband met de bewaring der Standaards in het Trippenhuis, zou de Commissie voor Standaardmeter en -kilogram (de Heer Bosscha was het die sprak) hebben te kennen gegeven, dat bij de Regeering voorstellen in overweging waren, om de Standaarden naar elders »over te brengen". Ware het aldus, het zou geen waarschuwing, maar slechts een opmerking geweest zijn, toevallig door het Bestuur uitgelokt. Maar, volgens de aanteekeningen van den Secretaris

der Afdeeling, gold die opmerking niet de nieuwe Standaarden, maar verschillende oude, nog in het Trippenhuis aanwezig, die men gaarne bereid was ten behoeve van het IJkwezen af te staan, — en ten aanzien van welke alléén van »overbrengen" kon sprake zijn. De waarheid is, dat het Bestuur zoowel als de leden der Afdeeling, bij het kenbaar worden van des Ministers voornemen, hoogelijk wären verrast, in dubbele mate, toen al verder bleek, dat de inrichting voor de bewaring der Standaarden, waaromtrent de Minister van Binnenlandsche Zaken met de Afdeeling was overeengekomen, op onverklaarbare wijze uit het begrootingsplan verdwenen was. Zeker lag het niet in de bedoeling van den Heer Bosscha, de Afdeeling gelegenheid te geven, zich te laten hooren, vóór het Koninklijk Besluit was uitgevaardigd.

Ook in hetgeen verder gevolgd is, heeft de Heer Bosscha gehandeld als een bekwaam veldheer, die in stilte de middelen beraamt en ten uitvoer legt, die hem de overwinning moeten verzekeren, weifelende bondgenooten daarvan getuige maakt en de beslissing uitlokt, zoodra de kansen der tegenpartij zich ten goede schijnen te keeren. En de methode heeft doel getroffen. Op ons gebied is ze echter wel aan eenige bedenking onderhevig. Het standpunt is hier een geheel ander. De veldheer ontvangt zijn taak en heeft die te volvoeren als een hem opgedragen last — niet te beoordeelen. Wij kiezen onze taak en zijn dan ook voor die keuze verantwoordelijk. En kent hij geen ander doel dan te overwinnen, het onze is te overtuigen: wij plegen onze plannen openhartig bloot te leggen, voeren de gronden aan, waarop ze berusten, verdedigen ze tegen de gemaakte bedenkingen en ontsnappen zoodoende aan het gevaar van te groot zelfvertrouwen, terwijl wij in den uitslag den toetsteen vinden der deugdelijkheid en rechtmatigheid van ons streven.

II.

Het bovenstaande moest strekken tot staving der bezwaren, die ik tegen de handelingen van den Heer Bosscha in het

midden bracht. Van meer gewicht is het nog, ten toetse te brengen wat hij aanvoerde tegen mijn betoog: dat het onttrekken der Standaarden aan onze Afdeeling zou zijn een onrecht, haar aangedaan, en een handeling, in strijd met hoogere belangen.

Om het recht der Akademie te vindiceeren, beriep ik mij op de diensten, 75 jaren lang in deze door Instituut en Akademie bewezen. Uit zulke diensten, zoo beweerde ik, worden traditioneele rechten geboren, waarop alleen inbreuk mag worden gemaakt, wanneer belangen van overwegenden aard het eischen. »Rechten"! — zoo sprak de Heer Bosscha, »de Akademie heeft geen ander recht als nuttig te zijn". Dat klinkt als een groot woord, geschikt misschien om indruk te maken, maar, wel beschouwd, opgaande in begripsverwarring. Nuttig te zijn, immers, heet plicht, niet recht, en het is om dien plicht te kunnen vervullen, dat men zijn rechten moet handhaven. Maar de diensten ook, waarop ik die rechten grondde, werden door den Heer Bosscha ontkend: wat Instituut en Akademie gedaan hebben, zou niet waard zijn dat men er zich op verheft. Boven gold zijne kritiek de Akademie en den Heer Stamkart: wij hebben gezien met welk gevolg. Hier is zij tegen het Instituut gericht en lijdt schipbreuk op de jammerlijkste wijze. Men oordeele:

Het geldt, in de eerste plaats, *de eerste tienjarige verificatie* van de Standaarden van den tweeden rang, in 1829 door de Instituut-Commissie in het Trippenhuis bewerkstelligd. Zijne kennis daaromtrent ontleent de Heer Bosscha aan het driejaarlijksch Verslag over 1837/1839 van de Eerste Klasse van het Instituut (afgedrukt in D. VIII der nieuwe verhandelingen).

Van deze verificatie is in de gedrukte stukken niets anders te vinden dan de verzekering, »dat de Standaarden niet waren »veranderd en er dus geen zwarigheid bestond ze terug te »zenden, ten einde wederom gedurende 10 jaren als Stan»daarden van den 2en rang te worden gebruikt". Nu zou, volgens den Heer Bosscha, in 1837 de adviseur Lipkens tot de wetenschap gekomen zijn, »dat de Standaarden van »den tweeden rang bij het Ministerie van Binnenlandsche

»Zaken, bij de Provinciale Staten en bij 's Rijks Munt geen »vertrouwen gedoogen". LIPKENS zou daarom aan de Regeering hebben voorgesteld, de Standaarden op nieuw te vergelijken en daartoe de Standaarden van den 1en rang, bij het Instituut berustende, te ontzegelen. En de Heer BOSSCHA deelt ons mede, dat daarop een Koninklijk Besluit is gevolgd, buiten medewerking van het Instituut genomen, en bepalende »dat de verificaties", zoo drukt hij zich uit, »door het »Instituut verricht, *zouden worden overgedaan*". Nu zou, altijd volgens den Heer BOSSCHA, het vervolg van het genoemde verslag een eigenaardig licht op dit voorval werpen in deze woorden: »*bij art.* 2 *van 's Konings Besluit de eerste* »*Klasse wordende uitgenoodigd, om twee of meer leden uit haar* »*midden te committeeren, ten einde* desverkiezende *bij het be-* »*doelde onderzoek tegenwoordig te zijn, is dezelve daardoor* »*eeniger mate in die werkzaamheden betrokken geworden en in* »*de verplichting gebracht van het voorgevallene verslag te* »*doen*". En de Heer BOSSCHA gaat voort: »Dit was inder- »daad geen aangename taak: want de 1e klasse was nu in »de noodzakelijkheid gebracht zelve te verklaren, dat de »door haar vroeger beproefde Standaards van den 2en rang »te veel verschilden van de Standaards des Nederlandschen »ponds, om als zoodanig te blijven gelden".

Schijnt dit alles niet uiterst compromettant voor het Instituut?

Gelukkig is het onwaar van het begin tot het einde.

Vangen wij aan met het einde. De Heer BOSSCHA „zou zooveel mogelijk woordelijk aanhalen": 't was zeker, om den lezer in staat te stellen, zelfstandig te oordeelen. Maar zie, hij schrijft ééne zinsnede over en laat eene tweede weg, die zou belet hebben aan de eerste een valsche verklaring te geven. Op die eerste boven cursief gedrukte volgt, namelijk, in het verslag: »*Zij zal echter den lezer niet ver-* »*moeien met een breede ontwikkeling van hetgeen een onafge-* »*broken arbeid van tien volle dagen heeft opgeleverd*". Men ziet: er is geen sprake van een onaangename taak: met de woorden — *in de verplichting gebracht* — heeft de verslaggever geen ander doel, dan zich te verontschuldigen bij den

lezer, die ondersteld wordt in het onderwerp weinig belang te stellen.

Maar ook al wat voorafging is dwaling en misverstand.

De Heer Bosscha las enkel het boven aangehaald verslag der werkzaamheden van de Eerste Klasse, dat zeer kort (de verslaggever wilde, zooals wij zagen, zijne hoorders niet vermoeien) en op vele punten onnauwkeurig is, en las bovendien met vooroordeel.

De stukken van het archief leeren het volgende:

Bij Koninklijk Besluit van 27 Mei 1837, n^0. 82, wordt de Heer Lipkens (adviseur in Schei- en Werktuigkunde *bij het Departement van Binnenlandsche Zaken*) belast »met het »jaarlijks verificeeren en doen justeeren van eenige Standaarden *van den derden rang*". Daarbij zou worden gebruik gemaakt van den Standaard van den tweeden rang, *berustende bij genoemd Departement*. Doch terwijl reeds acht jaren verstreken waren, sedert die Standaard (bij de tienjaarlijksche verificatie van 1829) met dien van het Instituut was vergeleken, wenschte, zoo scheen het, de Heer Lipkens voor dien Standaard »met een nieuwen zeer nauwkeurigen weegtoestel, dien hij had doen vervaardigen", de vergelijking nog wel eens te herhalen, en werd, op zijn verzoek, bij Koninklijk Besluit van 27 November 1837, n^0. 66, machtiging verleend tot ontzegeling *). Daarbij werden, met den adviseur Lipkens, de Heeren Uylenbroek en Lobatto aangewezen, om die verificatie te volbrengen; de leden van het Instituut, met de ontzegeling belast, zouden, desverkiezende, daarbij tegenwoordig zijn. Maar de ontzegeling had niet op den bepaalden dag plaats; want Lipkens was intusschen te rade geworden nog andere

---

*) Onlangs is mij gebleken, dat het verzoek van den Heer Lipkens niet den Standaard gold van den tweeden rang, berustende bij het Departement, maar — een stel gewichten, dat hij, te gelijk met den »nauw»keurigen weegtoestel", van den Instrumentmaker Becker, destijds te Groningen, had ontvangen. Waarschijnlijk ten gevolge van besprekingen aan het Departement heeft het stel gewichten van Becker in het Koninklijk Besluit voor den genoemden Standaard plaats gemaakt. Het denkbeeld, dezen te onderzoeken, was niet eens bij Lipkens opgekomen.

Zoover kan fantasie onder den invloed van vooroordeel het brengen!

kilogrammen te verifiëeren, en de Commissie van het Instituut meende, dat een nieuw Koninklijk Besluit daartoe moest machtigen. En nu volgde, bij Koninklijk Besluit van 1 Januari 1838, n^{0}. 41, een ampliatie, waarbij bepaald werd, dat de prototype ook zou mogen worden gebruikt tot verificatie van »het kilogram van VAN SWINDEN, thans in het bezit »van den Heer MOLL, en dat van AENEAE, berustende bij het »Departement, en voorts van zoodanige andere kilogrammen, »als welke de door de Eerste Klasse van het Instituut be»noemde Commissie mocht goedvinden in hare tegenwoordig»heid te doen onderzoeken"; voorts, dat de Heer MOLL zou worden uitgenoodigd, de Commissie met raad en daad bij te staan, terwijl het (nu meer belangrijke) werk zou geschieden ten overstaan eener Commissie van het Instituut.

Die ampliatie had dus niets minder ten doel dan de onderlinge vergelijking ook der drie door VAN SWINDEN en AENEAE uit Parijs medegebrachte kilogrammen.

Wat had daartoe aanleiding gegeven?

Reeds in 1831 had de Hoogleeraar MOLL, leerling en vriend van VAN SWINDEN (ook zijn biograaf), door aankoop in het bezit gekomen van diens kilogram, een aantal kilogrammen van bekenden oorsprong daarmede vergeleken, zich bedienende van een zeer gevoelige balans van ROBINSON, en daarbij gevonden, dat alle, sommige zelfs belangrijk, zwaarder waren dan het kilogram van VAN SWINDEN, en hij had daarbij de vrees uitgesproken, »dat de vergelijking der authen»tieke kilogrammen van het Instituut en van AENEAE tot »nieuwe onzekerheden zou voeren" (Bijdragen tot de Natuurkundige Wetenschappen, D. VI, 1831). MOLL en LIPKENS, beide leden van het Instituut, zagen elkander op het Trippenhuis: en neemt men in aanmerking, dat het kilogram, waarover MOLL beschikking had, zou worden vergeleken, en dat, op verzoek van LIPKENS, MOLL ook aan de Commissie verbonden werd, dan wordt het waarschijnlijk, dat het denkbeeld tot die vergelijking van MOLL was uitgegaan. Intusschen mocht hij den arbeid niet mede volbrengen. Hij stierf den 16 Januari 1838. Maar wat hij had voorzien, bleek juist te zijn: de Standaard van AENEAE

werd 5, al de andere werden $46^1/_2$ tot 64 milligrammen (die van DELEUIL, door POELMAN uit Parijs medegebracht, $50^1/_2$) zwaarder bevonden dan het kilogram van het Instituut *). Als gevolg van deze verontrustende resultaten, zooals de Heer OUDEMANS ze noemt, besloot de Regeering, na het advies van het Instituut te hebben ingewonnen †), (Koninklijk Besluit van 10 Augustus 1858) de Heeren LIPKENS, UIJLENBROEK en LOBATTO te committeeren tot het doen vervaardigen en overbrengen van nieuwe Standaarden uit Parijs, waarvan, zoo mogelijk, één kilogram en één meter van platina.

Ziedaar de gewichtige uitkomst van het werk, door een Commissie, bestaande uit twee leden van het Instituut met den Heer LOBATTO, ten overstaan eener Commissie van Instituutsleden, in het Trippenhuis volbracht, — van het werk, dat, volgens den Heer BOSSCHA, had moeten dienen, om de tienjaarlijksche verificatie der Standaarden van den tweeden rang door het Instituut »over te doen", en dat de schande van het Instituut zou hebben aan het licht gebracht. Welk eene tegenstelling! En dat heet historie, historische kritiek wellicht!

Voldaan met zijne kritiek, besluit de Heer BOSSCHA: »Dit »schrikt den Heer DONDERS niet af te zeggen...." Neen!

---

*) In zijn onlangs uitgegeven stuk (Verslagen en mededeelingen der afdeeling Natuurkunde. D. III. 1887. blz. 202) getuigt de Heer OUDEMANS van dit onderzoek, dat het »met de grootste zorgvuldigheid is uitgevoerd." Hij heeft ook gelegenheid gehad, de aanteekeningen van LOBATTO en UIJLENBROEK in te zien, die nu, door zijne zorg geordend, in het Archief der afdeeling berusten. De waarschijnlijke fout van elke gemiddelde van 6 wegingen bedroeg slechts $\pm$ 0.24. mgr.

†) Volgens den Heer OUDEMANS raadpleegde de Minister eerst het college van Raden en Generaalmeesteren der Munt en daarna de 1e klasse van het Kon. Ned. Instituut. Die voorstelling is niet juist. Genoemd college heeft, nadat het kilogram van DELEUIL zooveel zwaarder was gevonden, door tusschenkomst van den Heer LIPKENS, verzocht zijn gevoelen te mogen openbaren, waarin de Minister heeft toegestemd (zie Missive van den Minister, 30 April 1838 n°. 197, 2e afdeeling, en van Raden en Generaalmeesteren van 7 Mei 1838, n°. $\frac{593}{233}$): geraadpleegd is alléén het Instituut.

Die kritiek schrikt den Heer DONDERS niet af te zeggen en te herhalen: »met voldoening mogen wij op de bemoeiin»gen van het Koninklijk Nederlandsch Instituut, gevolgd »door die der Koninklijke Akademie over dit tijdvak van »meer dan zestig jaren terugzien". En zij weêrhoudt hem niet, »de vergelijkingen met de Standaarden in het belang »der wetenschap voor de Akademie te vindiceeren en te »eischen, dat daarop het licht schijne der Akademie". Een feit is het, en een feit van groote beteekenis, dat de Akademie de beste krachten van Nederland aan zich weet te verbinden. Maar wat is gebleken »van de feiten, wier onverbiddelijke logica", volgens den Heer BOSSCHA, met die verzekering spotten zou!

Omtrent de tienjaarlijksche verificatie van 1829 heb ik verder niets gevonden buiten het Rapport, waaruit de bovenaangehaalde woorden zijn overgenomen. Maar het feit, dat GERRIT MOLL tot de leden der Commissie behoorde, heeft beteekenis. Wie kennis maakt met zijne boven geciteerde Verhandeling, zal niet gelooven, dat die verificatie zoo oppervlakkig geschiedde als het Rapport kon doen vermoeden. Blijkbaar is de schrandere geleerde, na de bij die verificatie opgedane ervaring, terstond aan het werk getogen: zijn verhandeling verscheen in 1831. MOLL was niet alleen een schrander, maar ook een zeer betrouwbaar en omzichtig man. Voor den twijfel, dien hij uitsprak omtrent de gelijkheid der »authentieke" Kilogrammen van VAN SWINDEN, van AENEAE en van het Instituut, alle te gelijk uit Parijs overgebracht, heeft hij zeker zijne gronden gehad. Zou de uitdrukking in het Verslag der Commissie van 1829, »dat de »Standaarden van den tweeden rang niet veranderd waren", ook kunnen beteekenen, dat ze onderling voldoende overeenkwamen, maar van dat van het Instituut verschilden? In de door MOLL nagelaten papieren had men wellicht de aanteekeningen kunnen vinden over de verificatie, die ik in het Archief van het Instituut te vergeefs heb gezocht.

De Heer BOSSCHA schijnt het Instituut ook de eer niet te gunnen van zijne rapporten, in zake de invoering van het

metrieke stelsel, op verzoek der Regeering uitgebracht. Volgens hem zou de Instituutscommissie van 1809, waarvan ook VAN SWINDEN en AENEAE leden waren, niets anders hebben te doen gehad dan het rapport over te nemen, dat deze laatsten acht jaren te voren hadden opgesteld.

Ik had reden te vermoeden, dat dit bezijden de waarheid was, en ik bedroog mij niet. De Heer BOSSCHA heeft zich bepaald tot het lezen der voorrede van de *Volmaakte maten en gewichten* van VAN SWINDEN en zijn kennis aangevuld met voorstellingen, door vooroordeel ingeblazen. Reeds vroeger, bij het schrijven mijner memorie, had ik de verslagen van het Instituut gelezen en heb thans mij ook de moeite gegeven, de voordracht te raadplegen van het uitvoerend Bewind aan de Eerste Kamer van het vertegenwoordigend lichaam*), benevens het concept dier voordracht, door den Agent der internationale oeconomie opgemaakt, met de daarbij behoorende rapporten van VAN SWINDEN (12 Februari 1800) en van AENEAE (26 Februari 1800)†), alle in het Archief van genoemden Regent op 's Rijks-Archief in originali aanwezig. Daarbij is mij gebleken, dat in de uitvoerige voordracht van den Agent het advies van VAN SWINDEN (zelf lid van het uitvoerend bewind) gevolgd en het concept der voordracht naar een nota van aanmerkingen van VAN SWINDEN nader gewijzigd is, zoodat die voordracht inderdaad, in hoofdzaak, het werk mag heeten van VAN SWINDEN. Maar tevens heb ik mij kunnen overtuigen, dat niet alles, zooals de Heer BOSSCHA stoutweg beweerde, maar *niets hoegenaamd* dááruit is overgenomen in het verslag der Instituutscommissie van 1809. En bevreemden kan dit niet; want geheel andere zaken zijn het, die in beide behandeld worden. Van het uitvoerend bewind verlangde de Kamer aanwijzing, *welke* onveranderlijke grootheid moest worden voorgesteld, ter voldoening aan Art. 59 van de algemeene beginsels der Staats-

*) Zie Besluiten der Eerste Kamer van het vertegenwoordigend Lichaam des Bataafschen Volks, 4 Mei 1801.

†) Niet een advies van VAN SWINDEN en AENEAE, zooals de Heer BOSSCHA onderstelde, maar twee afzonderlijke adviezen.

regeling, dat uitdrukkelijk beval: »de maten en gewichten »worden door de gantsche republiek, zoo spoedig doenlijk, »naar eene *zekere* onveranderlijke grootheid, tiendeelig gelijk »gemaakt". En het antwoord bepaalt zich tot een beknopte geschiedenis van het Fransche stelsel en een betoog van zijne superioriteit. Wat bij de *invoering* zou zijn in acht te nemen, zou nader worden onderzocht en »ter »bekwamer tijde ter sanctie en om kracht van wet te er»langen worden aangeboden". Maar zoover kwam het, zooals wij weten, niet. Het Rapport daarentegen van het Instituut, van 20 Juli 1809, liep juist over de *invoering* van het stelsel, dat nu bij de Wet alreeds was voorgeschreven, en nam die vraag zeer breed op, beginnende met een eerste Rapport van 78 bladzijden, in folio, met bijlagen, enkel betreffende de lengtematen, een schoon uitgewerkt en doorwrocht stuk, zooals de Regeering het noemde. Droeg VAN SWINDEN, zooals te vermoeden is, daartoe het meest bij, het was als lid der Instituutscommissie, die voorts de Heeren AENEAE, VAN BEECK CALKOEN, FOCKER, KRAIJENHOFF, PAATS VAN TROOSTWIJK, VROLIK en VAN DEN ENDE tot hare leden telde.

Het latere Rapport van 17 December 1814, dat aan de conceptwet van 10 Juni 1816, strekkende tot aanneming van een eenvoudig stelsel van maten en gewichten, ten gronde lag *), gaat de Heer BOSSCHA met stilzwijgen voorbij. Ik wil er alleen van zeggen, dat het een hoogst delicate zaak was, in die dagen na de Fransche overheersching, de aanneming van het *Fransche* stelsel te bepleiten, en dat het Instituut zich daarvan op de meest behoedzame wijze kweet, door subsidiair ook te onderzoeken, welke andere wegen nog zouden kunnen worden ingeslagen, bijaldien de Regeering tegen de invoering van het Fransche stelsel overwegende bezwaren had, — overigens verwijzende naar het Rapport van 1809, als, mutatis mutandis, alles bevattende, wat bij de invoering zou behooren te worden in acht genomen.

---

*) Vergelijk mijn advies, V. en M. 3, III, 295.

Genoeg om te doen zien, hoe de Heer Bosscha zich ook in deze zaak aan het Instituut vergrepen heeft.

Met zaken van minder beteekenis ging het niet anders. Zoo zou, volgens den Heer Bosscha, de Akademie niet gehoord zijn over de Wet der maten en gewichten van 1869: hij heeft dit gezegd en herhaald, om mijn beweren te logenstraffen, dat Akademie en Instituut tot dusverre over alle gewichtige punten, de materie betreffende, geraadpleegd waren. Maar hij vergist zich alweder. Toen de Minister Thorbecke tot de regeling wenschte over te gaan, verlangde hij voorlichting van het Instituut omtrent de bepaling der Standaarden, het éénige punt, zooals de genoemde Minister begreep, waarover de wetenschap hier had te oordeelen, en die voorlichting werd op afdoende wijze verstrekt in een merkwaardig verslag, dat aan de bepaling in het ontwerp Heemskerk (Zitting 1867—1868) is ten gronde gelegd, zooals blijkt uit de memorie van toelichting, waarin een extract van het door het Instituut geleverd betoog is opgenomen. Het verslag toonde aan, dat de mètre des Archives, als zoodanig (niet als het quotum van een meridiaan der aarde), de *grondslag*, *le point de départ*, zooals de internationale commissie op gelijke gronden later vaststelde, behoorde te zijn van den Standaardmeter. Maar het ontwerp Fock, dat tot Wet werd verheven, heeft een verandering, zeker geen verbetering, ondergaan: het schrijft in Art. 2 voor, dat onze standaarden *kopieën* zullen zijn van die der genoemde Archives. En — nu weet de Heer Bosscha te verhalen, dat de Akademie daarover *niet* gehoord is.

Ik meen hiermede genoeg gedaan te hebben, om de verdiensten van Instituut en Akademie, en daarmede hunne traditioneele rechten in deze, te handhaven.

Zijn er nu hoogere belangen, die konden nopen ze ten offer te brengen?

Het tegengestelde is waar. Wat in mijn advies daaromtrent gezegd is, heeft geen weerlegging gevonden. 't Is het belang der wetenschap en tevens Staatsbelang, dat de Akademie geroepen zij, de mannen aan te wijzen, die dit werk hebben te volbrengen, en, niet minder, dat zij ten

hunnen behoeve over een gelegenheid hebbe te beschikken, waarin zij, onafhankelijk van een Directeur, lid of niet lid der Akademie, naar hunne conveniëntie kunnen werkzaam zijn.

En te bereiken is dat niet, tenzij de standaarden berusten bij de Akademie. Om dien eisch belachelijk te maken, zegt en herhaalt de Heer Bosscha, dat ik het bezit als hoofdzaak, het gebruik als bijzaak beschouwd: geen lid der Akademie is dwaas genoeg, om aan het bezit, om het bezit, eenige waarde te hechten. En de Heer Bosscha weet zeer goed, dat het mij alleen te doen is, om den invloed der Akademie op de werkzaamheden te verzekeren. Dit is de beteekenis van mijn »*beati possidentes*". Zijn de Standaarden naar de Polytechnische school overgebracht, men kan zich overtuigd houden, dat persoonlijke invloed zich zal doen gelden, waar staatsbelang vordert, dat de Akademie gehoord worde, en wat van dergelijken invloed te wachten is, zal aan het licht treden, wanneer ik in het derde deel van mijn repliek onze internationale verhouding tot de meterzaak zal hebben blootgelegd.

Het mocht als een gelukkige omstandigheid gelden, dat, juist toen de toeleg zichtbaar werd om de Standaards weg te voeren, het Trippenhuis geheel ter beschikking kwam van de Akademie. Liet de inrichting voor bewaring en gebruik hier tot dus verre te wenschen over, zelfs de Heer Bosscha ontkent niet, dat thans daarin op de voorgestelde wijze naar eisch zou worden voorzien. Maar nu veroorlooft hij zich weder te gispen en te bespotten wat hij de luchthartigheid noemt, waarmede ik over alle moeielijkheden heenstap. Hij vergeet daarbij, dat zijne diatribe niet mij alleen, maar zoovelen treft, als de Standaarden in het Trippenhuis wenschten te behouden, dat is genoegzaam de helft zijner medeleden, — te beginnen met de leden zoowel van het nieuwe als van het oude Bestuur, zonder uitzondering, de meesten physici of physiologen, die toch weten wat tot nauwkeurig meten en wegen noodig is en met licht en warmte hebben leeren omgaan. Maar, tegenover die spotternij, werd hem, van meer dan eene zijde, ernstig onder het oog gebracht, dat hij zich ten aanzien der daaraan

verbonden bezwaren aan overdrijving schuldig maakte. En die overdrijving geldt niet slechts de moeielijkheden bij de inrichting en bij den arbeid, maar ook de daaraan verbonden uitgaven: men bedenke, dat het physisch Instituut der Polytechnische school ook niet aan het eind zijner eischen zijn zou, wanneer de prototypen dáár tot wetenschappelijk onderzoek zouden moeten worden aangewend.

En wie zal durven beweren, terwijl alvast de oude en de nieuwe Onder-Voorzitter zich voor het behoud der Standaarden te Amsterdam verklaarden, dat, onder de daar woonachtige leden niet zoodanige zouden te vinden zijn, die voor de werkzaamheden in het Trippenhuis hunne talenten en hunnen tijd veil hebben? Er is geen reden om aan te nemen, dat zich meer Commissieleden zouden te verplaatsen hebben, wanneer de werkzaamheden te Amsterdam, dan wanneer zij te Delft te volbrengen zijn. En zeker is het niet onverschillig, dat de leden, die de Vergadering der Akademie bijwonen, daar ten allen tijde in het werk kunnen worden betrokken.

Wat ik voorstond was het belang der wetenschap en Staatsbelang tevens. Maar was het ongepast daaraan te herinneren, terwijl de afdeeling bezig was, haar verband tot de Regeering los te maken, dat zij na de opheffing van het Instituut haar ontstaan te danken had aan de erkenning der Regeering, dat zij nut trok uit hare adviezen? Of zou het waken voor het bestaan der Akademie niet zijn staatsbelang? Dan zou ik niet langer wenschen tot hare leden geteld te worden.

De Heer Bosscha besluit het tweede deel van zijn antwoord met eene glansrijke peroratie over de roeping eener Akademie. Jammer alleen, dat zij hem werd ingegeven door den waan, dat in strijd daarmede zou gedacht of gehandeld zijn.

III.

In mijn advies beb ik de verheffing van meter N°. 19

tot Standaard genoemd *ontijdig* *). De redenen daarvoor heb ik duidelijk blootgelegd. Maar door het antwoord van den Heer Bosscha, wien het vooral te doen is, om zijne houding in de internationale Commissie te rechtvaardigen, kon men het spoor bijster raken, en zie ik mij genoopt, de zaak nog eens kort en duidelijk bloot te leggen.

Wat was het doel der *internationale* Commissie?

Geen ander dan, in 't belang vooral der Europesche graadmeting, de grootst mogelijke uniformiteit te verkrijgen der Standaarden in alle landen. Om dit doel te bereiken, had de Commissie besloten, en wel met algemeene stemmen, waaronder die van de Heeren Stamkart en Bosscha: dat van den mètre des Archives, zijnde een eindmaat, een voldoend aantal kopieën, als streepmaat, zouden worden vervaardigd en onderling vergeleken, waarvan dan één, *in plaats van* den mètre des Archives, tot *internationale* prototype zou worden verheven, tot welken de aequaties van al de overigen zouden worden teruggebracht, en dat deze, als zoovele *identische nationale* prototypen, aan de verschillende staten, ingevolge hunne aanvraag, zouden worden toebedeeld †).

Ook Nederland had twee dergelijke meters te wachten. Maar onze Regeering heeft, zooals men weet, hare betrekking tot de internationale Commissie afgebroken. Zij heeft ook geen gebruik gemaakt van een overgangsbepaling der conventie, waarbij aan de Staten, die daaraan geen deel mochten nemen, toch het recht op de aangevraagde nationale proto-

---

*) Later, in een naschrift, trok ik de voorstellen in, die daarmede in verband stonden. Door sommigen is dit opgevat, als hadde de grond, waarop ik de verheffing ontijdig noemde, voor mij opgehouden te bestaan. Dat is een dwaling. Het intrekken der genoemde voorstellen geschiedde alléén, omdat het Bestuur der Afdeeling de vraag betreffende de bewaarplaats der Standaarden, eenmaal aan de orde gesteld, wenschte beslist te zien. En om redenen, in het naschrift vermeld, meende ik aan dien wensch te kunnen gehoor geven. Maar mijne bedenking bleef van kracht, en persoonlijk wenschte ik niets liever dan den status quo te zien bestendigd.

†) Streepmaten acht men verkieslijk voor Standaarden. De grootere moeielijkheid en de mindere nauwkeurigheid der vergelijking van een streepmaat met een eindmaat heeft doen besluiten als nieuwe internationale prototype een streepmaat aan te nemen.

typen werd verzekerd. Zij heeft goed gevonden, zich tot de Fransche Regeering te wenden met het verzoek, te worden toegelaten, om, in het Conservatoire des Arts et des Métiers, kopieën te doen vervaardigen van den Mètre des Archives: en zoo kwamen wij in 't bezit van de platinum-iridium meters N°. 19 en 27. Deze zijn dus kopieën op eigen hand, geen *nationale* prototypen, vergeleken met den mètre *international*, gelijk, krachtens het besluit der internationale Commissie, in het belang der uniformiteit worden gevorderd.

Intusschen zullen aan de overige staten de nationale prototypen weldra worden afgeleverd. Ze zullen deze tot standaard verheffen, de aequatie opnemende met den *internationalen prototype*. En nu stelt de Ned. Regeering zich voor, een zijner meters tot wettigen Standaard te verklaren en in het Koninklijk Besluit de aequatie op te nemen met den *Mètre des Archives*. Er laat zich geen omstandigheid denken, die daartoe nopen kon, en het was dus geraden te wachten, tot Meter 19 met de internationale prototype zou zijn vergeleken. 't Is onregelmatig, een Meter tot Standaard te verheffen, dragende de aequatie met den Mètre des Archives, terwijl andere Staten gereed staan, de aequatie met den internationalen prototype op te nemen. 't Heeft geen houding naar vergelijking met dien prototype te moeten zoeken voor een Meter, die men reeds tot Standaard verheven heeft.

Daarom heb ik het besluit daartoe genoemd *ontijdig*.

Maar de Heer Bosscha spreekt en handelt, alsof aansluiting aan den internationalen prototype overbodig ware. Onze Meters, zegt hij, zijn van gelijken rang als deze. Alsof dat de vraag ware! Evenals alle andere kopieën van den Mètre des Archives, zijn zij ondergeschikt aan den Meter, die tot internationalen prototype zal worden verheven, en om als nationale prototype te kunnen gelden, moeten zij met dien Meter vergeleken zijn (vergelijk het besluit der internationale Commissie, V. en M. 3, IV, bl. 191).

Men begrijpt, dat uit een praktisch oogpunt, voor het IJkwezen, die vergelijking overbodig is. Daarvoor zou zelfs de platina meter, onze tegenwoordige Standaard, alleszins

voldoende zijn. Maar voor de geodesie wordt de aansluiting gevorderd. Wij vragen niet, welken graad van nauwkeurigheid deze verlangt: zeker is het, dat zij een constante fout, afhankelijk van een te constateeren verschil, groot of klein, tusschen den gebezigden Meter en den internationalen prototype, niet kan toelaten. En zou het niet louter toeval zijn, als de vergelijking onzer meters met den internationalen prototype tot een volkomen gelijk resultaat leidde als die met den Mètre des Archives? De Heer Bosscha beroept zich op de gunstige voorwaarden, de zorgvuldige waarnemingen en de kleine waarschijnlijke fout van de einduitkomst der vergelijkingen. Dit alles zal ook wel kunnen gezegd worden van de vergelijkingen van den prototype international; maar ze zullen, onder andere omstandigheden, door andere waarnemers zijn verricht. Zal men dan recht hebben, beide voor gelijk te houden? Ik beroep mij op het verslag van den Heer Bosscha zelf: »la commission internationale du mètre et la conférence diplomatique du mètre", waarin blz. 204 geleerd wordt, wat trouwens algemeen is erkend, dat de waarschijnlijke fout een zeer bedriegelijke maatstaf is voor den graad van nauwkeurigheid der uitkomsten. Men zou zich niet hebben te verwonderen, wanneer mocht blijken, dat het bedoelde verschil één of meer microns bedraagt. Maar, groot of klein: wat te constateeren is, behoort te worden geëlimineerd.

De Fransche Regeering denkt er niet anders over. Zij stond het verzoek der Nederlandsche Regeering, om kopieën te vervaardigen van den Métre des Archives, gereedelijk toe. En aan hulp en steun zou het onzer Commissie in het Conservatoire niet ontbreken. Maar bij overgifte der meters wenschte de commissaris der Fransche Regeering, de Ex-Minister Dumas, in het Proces-Verbaal een zinsnede te zien opgenomen, waarin de Nederlandsche Regeering zich verbond, de nieuwe Nederlandsche meters te laten vergelijken met den Mètre international en aan dezen ondergeschikt te maken. Onze Commissie remonstreerde, en de Commissaris wijzigde daarop de zinsnede tot twee malen toe, zich, ten slotte, tevreden stellende met er in op te nemen, dat aan

onze Regeering het recht zou verblijven, om die vergelijking te doen bewerkstelligen. Blijkbaar wilde de Fransche Regeering enkel constateeren, dat zij, wel is waar, het verzoek der Nederlandsche Regeering, om op eigen verantwoordelijkheid kopieën te vervaardigen van den mètre des Archives, hoffelijk als altijd, had ingewilligd; maar dat zij onze Regeering niet had voorgespiegeld, en ook niet medeplichtig wilde schijnen aan de meening, dat op die wijze nationale prototypen zouden zijn verkregen. En dit werd ook met de laatste redactie voldoende bereikt. De Heer Bosscha wil in de houding van den Commissaris een poging zien, »om Mogendheden, die niet tot de conventie waren toege»treden, aan het gezag van het Comité te onderwerpen." Hij kan zich verzekerd houden, dat de Fransche Regeering zich daarover niet bekommert *).

Ik leg hiermede de pen neder. De lezer, die mij met aandacht gevolgd heeft, zal over de waarde der gronden en de betrouwbaarheid der feiten, door mijn tegenstander in het midden gebracht, kunnen oordeelen. Hij zal de vraag kunnen beantwoorden, of het Bestuur bij de leden der Afdeeling den steun gevonden heeft, waarop het aanspraak had. Bestond er appèl op de uitspraak eener Jury, ik geloof, dat ik mijn pleidooi zou gewonnen hebben. Nu dat niet bestaat, blijft mij niets over dan te berusten in het vonnis, dat wel niet zal uitblijven. Doch mijn werk acht ik daarom niet verloren.

---

*) Het antwoord van den Heer Bosscha, zooals het voor de leden werd afgedrukt, heeft een bijschrift, waarin hij de onjuistheid tracht te betoogen der voorstelling, door mij gegeven van de handelingen der Nederlandsche gedelegeerden in de metercommissie. Dat bijschrift werd niet opgenomen in de *Verslagen en Mededeelingen* (zie Deel III. 3. blz. 449). Ik heb daarom gemeend het laatste gedeelte mijner voor de leden gedrukte replick, dat daartoe hoofdzakelijk betrekking heeft, ook te moeten terughouden.

Mijne bedoeling was geweest, dat de stukken alléén voor de leden zouden zijn gedrukt, en zoo was, indien ik mij niet vergis, die van den Heer Bosscha.

Ik heb naar mijn beste vermogen de waarheid tot haar recht gebracht *) en, naar ik vertrouw, daarmede hare zege voorbereid. Wat ik schreef, wordt niet wijd en zijd verspreid: het blijft bewaard in den boezem der Akademie; maar ik heb vertrouwen, dat het te eenigen tijd zijne vruchten zal dragen. Dat vertrouwen steunde mij bij den weinig verkwikkelijken arbeid.

---

*) Over STAMKART had ik gaarne iets meer gezegd. Wáár hij heeft gearbeid, overal, niet het minst op het veld der Metrologie, heeft hij sporen nagelaten van zijn vindingrijk vernuft. In mijn kort woord, als Voorzitter, bij het bericht van zijn overlijden gesproken, heb ik daarop reeds gewezen. Zal niemand zich geroepen achten, in een levensschets zijn verdiensten te huldigen? — STAMKART had maar één gebrek. Hij bezat nog jeugdigen ijver en belangstelling, toen jeugdige kracht reeds begon te falen. 't Is een gebrek, — 't worde niet vergeten, — dat op eerbied aanspraak heeft.

OVER DE GRAPHISCHE OPLOSSING

VAN EEN

STELSEL LINEAIRE VERGELIJKINGEN,

DOOR

F. J. VAN DEN BERG.

Op verschillende wijzen kan een willekeurig stelsel van n lineaire vergelijkingen met n onbekenden x_1, x_2, x_3, enz., x_n, zooals:

$$a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + \text{enz.} + a_n x_n = A,$$
$$b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + \text{enz.} + b_n x_n = B,$$
$$c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3 + \text{enz.} + c_n x_n = C,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$k_1 x_1 + k_2 x_2 + k_3 x_3 + \text{enz.} + k_n x_n = K,$$

door constructie opgelost worden.

Trekt men bijv. door een zelfden oorsprong O en in een zelfde plat vlak in willekeurige rigtingen n assen OA, OB, OC, enz., OK; zet men op de eerste van deze assen OA de $n + 1$ coëfficiënten (a_1, a_2, a_3, enz., a_n, A) der eerste vergelijking, ieder van den oorsprong af, uit; en handelt men evenzoo op ieder der verdere assen in verband met de gelijknamige vergelijking; dan kan ieder der n assen als eene coëfficiënten-schaal van de overeenkomstige vergelijking dienen. En het kost dan weinig moeite, eene soortgelijke meetkundige voorstelling te verkrijgen voor ieder der vergelijkingen ontstaande door onverschillig welke der n onbekenden tusschen twee willekeurige van de gegeven

vergelijkingen te elimineren, en zoodoende, deze bewerking zooveel noodig herhalende en de algebraïsche eliminatiemethode dus als het ware op den voet volgende, tot oplossing der gegeven vergelijkingen te geraken. Als uitkomst der eliminatie bijv. van de laatste onbekende x_n tusschen de eerste en de laatste vergelijking kan geschreven worden:

$$\left(a_1 - \frac{a_n}{k_n} k_1\right) x_1 + \left(a_2 - \frac{a_n}{k_n} k_2\right) x_2 + \left(a_3 - \frac{a_n}{k_n} k_3\right) x_3 + \text{enz.} +$$
$$+ \left(a_{n-1} - \frac{a_n}{k_n} k_{n-1}\right) x_{n-1} = A - \frac{a_n}{k_n} K;$$

en de eenvoudige opmerking dat hierin de coëfficiënten blijkbaar niet anders zijn dan de abscissen op de as OA afgesneden door de lijnen, die uit de n door (a_1, k_1), (a_2, k_2), (a_3, k_3), enz., (a_{n-1}, k_{n-1}), (A, K) als regtlijnige coördinaten ten opzigte der beide assen OA en OK bepaalde punten evenwijdig aan de uit O naar het punt (a_n, k_n) loopende lijn getrokken worden, is voldoende om door deze evenwijdige lijnen op de as OA zelve en met denzelfden oorsprong O de coëfficiënten-schaal van de zoo even geschreven resulterende der vergelijkingen in a en in k te voorschijn te brengen. Dit zoo zijnde, is het duidelijk dat eene herhaling van dezelfde bewerking op de schalen-paren (OB, OK), (OC, OK), enz., (OI, OK) in plaats van op (OA, OK), op de assen OB, OC, enz., OI de schalen oplevert voor de vergelijkingen ontstaande door dezelfde onbekende x_n van zoo even te elimineren tusschen de laatste en achtervolgens de tweede, de derde, enz., de voorlaatste der gegeven vergelijkingen; en dat langs dien weg ook in meetkundigen zin, met gelijktijdige eliminatie van de as OK, het stelsel der n gegeven vergelijkingen met n onbekenden x_1 tot x_n teruggebragt is tot een stelsel van $n-1$ resulterende vergelijkingen met $n-1$ onbekenden x_1 tot x_{n-1}. Op dit laatste stelsel kan nu, bijv. door eliminatie weder van diens laatste onbekende x_{n-1} tusschen diens laatste of $(n-1)^e$ vergelijking en ieder der voorgaanden afzonderlijk, dat wil zeggen door gelijktijdige eliminatie

van de as OI, dezelfde herleiding worden toegepast, waardoor slechts $n-2$ nieuwe schalen en wel op de assen OA, OB, OC, enz., OH overblijven, behoorende bij de $n-2$ nieuwe resulterende vergelijkingen met de $n-2$ onbekenden x_1 tot x_{n-2}. Zoo voortgaande, en daardoor tevens in het geheel niet meer eliminatiën verrigtende of, wat hetzelfde zegt, stelsels evenwijdige lijnen trekkende dan voor de bepaling van de eerste onbekende x_1 vereischt wordt, komt men ten slotte, en wel op de eerste as OA, op eene enkele schaal van den eenvoudigen vorm (a'_1, A') neder wier beide termen alzoo moeten dienen om deze onbekende uit de eindvergelijking $a'_1 x_1 = A'$ op te lossen, waartoe men óf a'_1 en A' in lengte-eenheden kan opmeten en het eerste van deze getallen op het tweede deelen, óf a'_1 op A' zoo dikwijls mogelijk kan uitpassen, de rest weder op a'_1, enz., om langs dien weg de verhouding $x_1 = \frac{A'}{a'_1}$ in den vorm eener kettingbreuk te ontwikkelen. Wat betreft de overige onbekenden, voor ieder daarvan zou men, daar van den aanvang af de volgorde der onbekenden, mits zij ieder met hare eigen coëfficiënten behept blijven, eene geheel willekeurige is, eene zelfstandige maar in allen deele gelijksoortige constructie kunnen verrigten; eenvoudiger nogthans schijnt het in het algemeen om, x_1 zooals gezegd als verhouding van twee lijnen gevonden zijnde, daaruit achtervolgens door eene der in den loop der bewerking reeds verschenen resulterende vergelijkingen of coëfficiënten-schalen, die in teruggaande volgorde alleen x_1 en x_2, of alleen x_1, x_2 en x_3, of enz. bevatten, tot alle overige onbekenden x_2 tot x_n op te klimmen. Vooral voor x_2 is de constructieve bepaling op deze wijze beknopt: immers omstreeks het eind der bewerking voor x_1 bleken deze beide eerste onbekenden zamen te hangen volgens twee vergelijkingen van den vorm $a''_1 x_1 + a''_2 x_2 = A''$ en $b''_1 x_1 + b''_2 x_2 = B''$, en evenals nu de eliminatie daartusschen van x_2 de zoo even reeds beschouwde vergelijking $a'_1 x_1 = A'$ opleverde, wier schaal (a'_1, A') door het trekken van twee lijnen uit de punten (a''_1, b''_1) en (A'', B'') evenwijdig aan de lijn

$O(a''_2, b''_2)$ gevonden werd, evenzeer is het bij verwisseling der rollen van x_1 en x_2 duidelijk, dat x_2 uit eene eindvergelijking van den vorm $a'_2 x_2 = A'$, — namelijk eene andere A' dan zoo even, — is op te lossen, wier schaal (a'_2, A') op dezelfde as OA gevonden wordt door uit (a''_2, b''_2) en (A'', B'') lijnen evenwijdig aan $O(a''_1, b''_1)$ te trekken; terwijl men desverkiezende de genoemde schalen één van beiden of beiden ook vervangen kan door die welke door dezelfde daarbij behoorende evenwijdige lijnen op de as OB — of zelfs, gelijk zoo aanstonds meer in het algemeen zal worden ontwikkeld, op eene geheel willekeurige door O getrokken as — in plaats van op OA worden afgesneden. En wat aangaat de opvolgende constructie van x_3 en van alle verdere onbekenden, nadat telkens alle voorgaanden als verhoudingen van twee lijnen reeds bepaald zijn, daartoe kan in allen gevalle eene der reeds voorgekomen resulterende vergelijkingen, zooals bijv. die van den vorm $a'''_1 x_1 + a'''_2 x_2 + a'''_3 x_3 = A'''$ (en de overeenkomstigen met bovendien x_4, of met x_4 en x_5, of enz.) regtstreeks in teekening gebragt worden door de som van alle als derde evenredigen te construeren termen $a'''_1 x_1$, $a'''_2 x_2$ (en enz.) van het eerste lid, daargelaten diens laatste term, af te trekken van het almede bekende tweede lid.

Reeds in den aanhef werd gezegd dat de schaal waardoor ieder der gegeven vergelijkingen op zich zelve werd voorgesteld op eene in geheel willekeurige rigting door O getrokken as kan worden uitgezet. Bij de verbinding van dezelfde vergelijking van het gegeven stelsel telkens met eene andere ten einde daaruit eene resulterende vergelijking af te leiden zou men dan ook zelfs niet eens de schaal van diezelfde vergelijking steeds op ééne en dezelfde as behoeven te nemen, maar naar verkiezing telkens van rigting kunnen veranderen. En nog in een ander opzigt heeft men bij dergelijke verbinding vrijheid van handelen: de opmerking toch dat iedere vergelijking op zich zelve vóór zulk eene verbinding telkens met een willekeurigen getallen-coëfficiënt vermenigvuldigd gedacht kan worden doet inzien — en daarom juist werd de benaming schaal gebezigd — dat alles slechts

afhangt niet van de volstrekte, maar van de betrekkelijke grootte harer coëfficiënten, met andere woorden dat bij de meetkundige voorstelling van iedere vergelijking, ja zelfs van eene zelfde vergelijking naarmate zij met eene andere wordt in verband gebragt, telkens eene andere willekeurige lengte-eenheid kan worden gekozen. Uit dit een en ander volgt dat, zonder aan eene as te denken waarop de schaal wordt afgesneden, voor ieder der gegeven vergelijkingen als meetkundig beeld kan dienen het stelsel zelf van in willekeurige rigting — veranderlijk zelfs bij ieder nieuw gebruik dier vergelijking — evenwijdige lijnen, wier afstanden tot den eens en vooral aangenomen gemeenschappelijken oorsprong slechts evenredig blijven aan de coëfficiënten, met inbegrip van den bekenden term, der vergelijking. Wat hier gezegd is van de gegeven vergelijkingen, geldt tevens zonder voorbehoud voor alle daaruit door enkele of door opvolgende eliminatiën afgeleide of resulterende vergelijkingen en blijkt, met het oog op vereenvoudiging van de boven gevonden constructieve oplossing, voor deze vergelijkingen zelfs van meer belang te zijn dan voor de oorspronkelijken. Immers, op grond der omschreven uitbreiding of wijziging van het begrip van schaal kan de in den aanhef bij gelegenheid der eliminatie van x_n tusschen de beide vergelijkingen in a en in k gevonden regel in het algemeen aldus worden uitgesproken: Twee willekeurige, tusschen dezelfde onbekenden lineaire, vergelijkingen voorgesteld wordende door twee stelsels evenwijdige lijnen ten opzigte van denzelfden oorsprong, kan hare ten aanzien van eene dier onbekenden resulterende vergelijking evenzeer met behoud van dien oorsprong worden voorgesteld door het stelsel lijnen, uit de snijpunten van elk paar bij ieder der overige onbekenden en bij de bekende termen behoorende lijnen evenwijdig getrokken aan de lijn die den oorsprong verbindt met het snijpunt behoorende bij de te elimineren onbekende zelve. En hiervan uitgaande, is het duidelijk, vooreerst dat — als men bijv. de n gegeven vergelijkingen noemt (a), (b), (c), enz., (h), (i), (k), hare boven beschouwde resulterenden ten aanzien van x_n noemt $(a\,k)$ of ook (a'), $(b\,k) = (b')$, $(c\,k) = (c')$, enz., $(h\,k) = (h')$,

$(ik) = (i')$, de mede reeds besproken resulterenden van deze ten aanzien van x_{n-1}, $(a'i') = (a'')$, $(b'i') = (b'')$, $(c'i') = (c'')$, enz., $(h'i') = (h'')$, en zoo ook verder — de resulterende (a') voorgesteld kan worden door het stelsel lijnen zelf uit de punten (a_1, k_1) tot (a_{n-1}, k_{n-1}) en uit (A, K) evenwijdig getrokken aan de lijn $O(a_n, k_n)$ (dezelfde lijnen dus die reeds op de as OA de schaal voor (a') afsneden), en dat het dergelijke geldig blijft voor ieder der overige resulterenden van de eerste orde (b') tot (i'). Maar ten andere dat — terwijl, om volgens de voorgaande oplossing bijv. de dan weder resulterende (a'') van de tweede orde te construeren, uit de door het evengenoemde stelsel lijnen (a') op de as OA en uit de bijbehoorende door het stelsel (i') op de as OI afgesneden afstanden als coördinaten eerst de punten (a'_1, i'_1) tot (a'_{n-2}, i'_{n-2}) en het punt (A', I') zelve geconstrueerd moesten worden, en uit deze punten weder lijnen evenwijdig aan $O(a'_{n-1}, i'_{n-1})$ getrokken — deze opzettelijke bepaling der evengenoemde eigenlijke punten (a', i') en (A', I'), waartoe dus weder lijnen evenwijdig aan hunne coördinatenassen OA en OI vereischt werden, in wezenlijkheid overbodig is, daar die punten op grond van den aangevoerden algemeenen regel vervangen mogen worden door de snijpunten zelve van de reeds aanwezige aan $O(a_n, k_n)$ evenwijdige lijnen (a') met de overeenkomstige ook reeds aanwezige aan $O(i_n, k_n)$ evenwijdige lijnen (i'), uit welke snijpunten zelve (a'_1, i'_1) tot (a'_{n-2}, i'_{n-2}) en (A', I') slechts lijnen evenwijdig aan de uit O naar het overeenkomstige snijpunt (a'_{n-1}, i'_{n-1}) zelfloopende lijn behoeven getrokken te worden, die dan, ofschoon in andere rigting en op andere volstrekte — maar dezelfde betrekkelijke — afstanden uit O dan de zoo even herinnerde meer omslagtige lijnen van vroeger, toch even goed als deze de resulterende vergelijking (a'') voorstellen. En wat hier ter vereenvoudigde constructie van deze resulterende (a'') is aangevoerd, geldt blijkbaar niet alleen met hetzelfde regt ten opzigte van de verdere resulterenden (b'') tot (h'') van de tweede orde, maar telkenmale op nieuw voor iedere resulterende van hoogere orde die nog voor de einduitkomst vereischt wordt. Vooral bij toenemende waarden van n geeft

dan ook de herhaalde toepassing van deze vereenvoudiging eene niet te versmaden besparing in het geheele aantal constructielijnen. Na het gezegde schijnt eene uitgewerkte teekening minder noodig, en bepalen wij ons, ter herinnering aan het geheele verloop der constructie voor de eerste onbekende x_1, tot het neêrschrijven van het volgende schema of overzigt, waarin wij de besproken uitbreiding van het begrip schaal bovendien reeds van den beginne af van toepassing maken op de constructie van de punten (a_1, k_1) tot (a_n, k_n) en (A, K) en van de overeenkomstige punten voor de verbindingen $(b\ k)$ tot $(i\ k)$ in plaats van $(a\ k)$, namelijk:

(a) = stelsel evenwijdige lijnen door de punten a_1 tot a_n en A van de as OA,

(b) = stelsel evenwijdige lijnen door de punten b_1 tot b_n en B van de as OB,

. . . . . .

(i) = stelsel evenwijdige lijnen door de punten i_1 tot i_n en I van de as OI,

(k) = stelsel evenwijdige lijnen door de punten k_1 tot k_n en K van de as OK,

hetzij de rigting voor ieder dezer stelsels naar willekeur, hetzij voor sommigen of voor allen, met uitzondering alleen van $(k_i$ — daar anders de verder noodige snijpunten in het oneindige zouden verdwijnen — dezelfde wordt genomen; en voorts, als wij door $(a^{(q)}_p, k'^{(q)}_p)$ niet de vroegere coördinatenaanwijzing, maar steeds het snijpunt verstaan van de p^{de} lijnen der beide stelsels $a'^{(q)}$ en $k'^{(q)}$, en evenzoo voor de andere verbindingen in plaats van $(a\ k)$ en voor de groote in plaats van de kleine letters:

(a') = stelsel lijnen door (a_1, k_1) tot (a_{n-1}, k_{n-1}) en door (A, K) evenwijdig aan $O(a_n, k_n)$,

. . . . . .

(i') = stelsel lijnen door (i_1, k_1) tot (i_{n-1}, k_{n-1}) en door (I, K) evenwijdig aan $O(i_n, k_n)$;

en

(a'') = stelsel lijnen door (a'_1, i'_1) tot (a'_{n-2}, i'_{n-2}) en door (A', I') evenwijdig aan $O\,(a'_{n-1}, i'_{n-1})$,

. . . . . .

(h'') = stelsel lijnen door (h'_1, i'_1) tot (h'_{n-2}, i'_{n-2}) en door (H', I') evenwijdig aan $O\,(h'_{n-1}, i'_{n-1})$;

en

(a''') = stelsel lijnen door (a''_1, h''_1) tot (a''_{n-3}, h''_{n-3}) en door (A'', H'') evenwijdig aan $O\,(a''_{n-2}, h''_{n-2})$,

. . . . . .

(g''') = stelsel lijnen door (g''_1, h''_1) tot (g''_{n-3}, h''_{n-3}) en door (G'', H'') evenwijdig aan $O\,(g''_{n-2}, h''_{n-2})$;

enz.

De oorspronkelijke constructie is ook voor eene vereenvoudiging van anderen aard dan de thans besprokene, ofschoon met deze weder krachtens den meergenoemden eliminatieregel zamenhangende, vatbaar. Doet men bijv. van den aanvang af alle assen $O\,A$, $O\,B$, $O\,C$, enz., $O\,I$, met uitzondering van de laatste $O\,K$, langs elkander vallen, waardoor dus voor iedere waarde van p alle punten (a_p, k_p), (b_p, k_p), enz., (i_p, k_p) in eene zelfde aan deze gemeenschappelijke as evenwijdige lijn komen te liggen, dan kan men, weder de laatste onbekende x_n eliminerende tusschen de gegeven vergelijking in k en ieder der voorgaanden afzonderlijk, de resulterende vergelijking voor ieder der verbindingen $(a\,k)$, $(b\,k)$, enz., tot $(h\,k)$ zoowel algebraïsch als meetkundig blijven beschouwen onder den in den aanhef voor de verbinding $(a\,k)$ neêrgeschreven vorm en zoodoende de schalen voor al deze resulterenden (a') tot (h') op dezelfde gemeenschappelijke as verkrijgen waarop in dit geval ook alle schalen voor de gegeven vergelijkingen (a) tot (i) in teekening werden gebragt; daarentegen de resulterende vergelijking $(i\,k)$ of (i') liever schrijven onder den vorm:

$$\left(k_1 - \frac{k_n}{i_n} i_1\right) x_1 + \left(k_2 - \frac{k_n}{i_n} i_2\right) x_2 + \left(k_3 - \frac{k_n}{i_n} i_3\right) x_3 + \text{enz.} +$$

$$+ \left(k_{n-1} - \frac{k_n}{i_n} i_{n-1}\right) x_{n-1} = K - \frac{k_n}{i_n} I,$$

die, natuurlijk weder door het trekken der lijnen uit (i_1, k_1) tot (i_{n-1}, k_{n-1}) en uit (I, K) evenwijdig aan de lijn $O\,(i_n, k_n)$, maar thans tot aan de as $O\,K$, op deze laatste de schaal voor (i') oplevert. Het stelsel der ten aanzien van x_n resulterenden van de eerste orde hiermede op volkomen dezelfde wijze meetkundig voorgesteld zijnde als dat der gegeven vergelijkingen zelve, behoeft het geen nader betoog dat ook hier de herhaalde toepassing van dezelfde bewerking tot oplossing van het vraagstuk voert.

Eene andere wijze van oplossing, en wel door middel van evenwijdige in plaats van door in één punt zamenloopende schalen, kan bijv. de volgende zijn. Laten (Fig. 1) op willekeurige onderlinge afstanden n evenwijdige assen $O_a\,A$, $O_b\,B$, $O_c\,C$, enz., $O_k\,K$ getrokken en de door O daarop aangewezen oorsprongen allen gemakshalve — ofschoon ook dit strikt genomen niet onvermijdelijk is — in eene zelfde regte lijn $O_a\,O_k$ genomen worden; laten weder op ieder dezer assen de $n + 1$ coëfficiënten der gelijknamige gegeven vergelijking, elk gerekend van den overeenkomstigen oorsprong af, worden uitgezet en de assen daardoor tot schalen dier vergelijkingen worden ingerigt. Bij de verbinding bijv. der beide vergelijkingen in a en in k, en wel met het doel om daartusschen ook nu de onbekende x_n te elimineren, is dan uit het snijpunt $O_{a\,k}$ van de lijn der oorsprongen met de verbindingslijn $a_n\,k_n$ eene lijn evenwijdig aan de assen te trekken; wordt dan verder het snijpunt $(a\,k)_1$ van deze lijn en van de verbindingslijn $a_1\,k_1$ vereenigd met den oorsprong O_k, zoo wordt hierdoor op de as $O_a\,A$ een snijpunt a'_1 bepaald, waarvoor wegens

$$\frac{a'_1\,a_1}{O_k\,k_1} = \frac{(a\,k)_1\,a_1}{(a\,k)_1\,k_1} = \frac{O_{a\,k}\;O_a}{O_{a\,k}\;O_k} = \frac{O_a\,a_n}{O_k\,k_n}$$

de afstand

$$O_a\,a'_1 = O_a\,a_1 - a'_1\,a_1 = a_1 - \frac{a_n}{k_n}\,k_1$$

juist niet anders is dan de coëfficiënt van x_1 in de resulterende vergelijking; en de herhaling voor ieder der verbindingslijnen $a_2\,k_2$ tot $a_{n-1}\,k_{n-1}$ alsmede voor de verbindingslijn $A\,K$ van wat hier voor $a_1\,k_1$ geschied is snijdt alzoo op de as $O_a\,A$ de punten a'_2 tot a'_{n-1} alsmede het punt A' af die te zamen met a'_1 op deze as de schaal dier resulterende vormen. Omdat wijders ook hier ieder der verbindingen $(b\,k)$ tot $(i\,k)$ vatbaar is voor eene geheel overeenkomstige meetkundige bewerking als de verbinding $(a\,k)$, ziet men zoodoende de schalen voor de n gegeven vergelijkingen op de evenwijdige assen $O_a\,A$ tot $O_k\,K$ overgaan in de schalen voor de $n-1$ resulterende vergelijkingen (a') tot (i') op deze assen van $O_a\,A$ tot $O_i\,I$. In denzelfden geest als vroeger is dus weder tegelijk met de onbekende x_n de as $O_k\,K$ verdreven; en het kan niet missen of ook hier is de eerste stap gedaan die, door het benoodigde aantal dergelijken gevolgd, tot graphische bepaling van de eerste onbekende x_1, en daaruit van alle overigen, voert.

Bij deze handelwijze kan men desverkiezende, op het voetspoor van het aan het slot der voorgaande aangevoerde, alle assen $O_a\,A$ tot $O_i\,I$ weder zamenvallend nemen, de constructiën voor alle verbindingen $(a\,k)$ tot $(h\,k)$ onveranderd als zoo even aanhouden, maar daarentegen bij die voor de laatste verbinding $(i\,k)$ de rollen van de vergelijkingen in i en in k, dat is van hare schalen $O_i\,I$ en $O_k\,K$, verwisselen; als wanneer de resulterende schalen van de eerste orde, en verder evenzoo handelende alle benoodigde resulterende schalen van de hoogere orden, zich weder op dezelfde wijze zullen voordoen als de oorspronkelijke schalen voor dit geval.

Voor de bijzondere gevallen van twee vergelijkingen met twee onbekenden en van drie vergelijkingen met drie onbekenden staan wij nog even stil bij eene eigenaardige oplossing, al moge zij voor het eerste van deze gevallen ook als een onmiddellijk uitvloeisel van eene reeds gemaakte

opmerking te beschouwen zijn en voor het tweede geval tot eene constructie niet zoozeer in het platte vlak, maar in de ruimte leiden.

De twee vergelijkingen

$$a_1 x_1 + a_2 x_2 = A \text{ en } b_1 x_1 + b_2 x_2 = B$$

namelijk geven voor de twee onbekenden x_1 en x_2 de waarden

$$\frac{x_1}{\begin{vmatrix} A & a_2 \\ B & b_2 \end{vmatrix}} = \frac{x_2}{\begin{vmatrix} a_1 & A \\ b_1 & B \end{vmatrix}} = \frac{1}{\begin{vmatrix} a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{vmatrix}},$$

waarin (zie bijv. Dr. R. Baltzer, *Theorie und Anwendung der Determinanten*, 3te Auflage, 1870, blz. 191) de drie noemers evenredig zijn aan de inhouden der driehoeken die allen den oorsprong tot gemeenschappelijk hoekpunt en opvolgend de ten opzigte der willekeurige coördinatenassen OA en OB door (A, B) en (a_2, b_2), door (a_1, b_1) en (A, B), door (a_1, b_1) en (a_2, b_2) bepaalde punten tot twee andere hoekpunten hebben. Neemt men nu voor de verhouding van den eersten tot den derden driehoek, die de lijn $O(a_2, b_2)$, en voor de verhouding van den tweeden tot den derden driehoek, die de lijn $O(a_1, b_1)$ tot gemeenschappelijke basis hebben, de verhouding telkens der hoogten, dan vindt men niet alleen den boven bij gelegenheid der eliminatie van x_2 en van x_1 tusschen de twee met de tegenwoordige gelijkbeteekenende vergelijkingen $a''_1 x_1 + a''_2 x_2 = A''$ en $b''_1 x_1 + b''_2 x_2 = B''$ reeds opgemerkten constructieven regel weder terug, maar dan kan men in verband daarmede tevens zeggen, dat ieder der onbekenden x_1 of x_2 gelijk is aan de verhouding der segmenten waarin de lijn uit het punt (A, B) der bekende termen naar het punt (a_1, b_1) of (a_2, b_2) dier onbekende zelve wordt ingedeeld door de uit den oorsprong naar het punt (a_2, b_2) of (a_1, b_1) der andere onbekende getrokken lijn.

Beschouwt men, geheel in overeenstemming hiermede, de drie gegeven vergelijkingen

$$a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 = A,\ b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 = B \text{ en}$$
$$c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3 = C$$

ten opzigte van drie in willekeurige rigting aangenomen coördinatenassen OA, OB en OC in de ruimte, dan zijn in de waarden

$$\frac{x_1}{\begin{vmatrix} A & a_2 & a_3 \\ B & b_2 & b_3 \\ C & c_2 & c_3 \end{vmatrix}} = \frac{x_2}{\begin{vmatrix} a_1 & A & a_3 \\ b_1 & B & b_3 \\ c_1 & C & c_3 \end{vmatrix}} = \frac{x_3}{\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & A \\ b_1 & b_2 & B \\ c_1 & c_2 & C \end{vmatrix}} = \frac{1}{\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{vmatrix}},$$

die zij voor de drie onbekenden x_1, x_2, x_3 geven, de vier noemers (zie Baltzer, blz. 194) evenredig aan de inhouden der tetraëders die allen den oorsprong tot gemeenschappelijk hoekpunt en opvolgend de punten (A, B, C), (a_2, b_2, c_2), (a_3, b_3, c_3), en (a_1, b_1, c_1), (A, B, C), (a_3, b_3, c_3), en (a_1, b_1, c_1), (a_2, b_2, c_2), (A, B, C), en (a_1, b_1, c_1), (a_2, b_2, c_2), (a_3, b_3, c_3) tot drie andere hoekpunten hebben; en hieruit blijkt onmiddellijk op soortgelijke wijze als zoo even dat ieder der onbekenden x_1, x_2, x_3 gelijk is aan de verhouding der segmenten waarin de lijn uit (A, B, C) naar het overeenkomstige punt (a_1, b_1, c_1), (a_2, b_2, c_2), (a_3, b_3, c_3) wordt ingedeeld door het vlak gaande door den oorsprong en de twee andere punten.

Wij komen thans tot eene oplossingswijze die als eene uitbreiding voor een willekeurig aantal afmetingen te beschouwen is van de constructiën die de analytische en de beschrijvende meetkunde bij twee afmetingen voor het snijpunt van twee regte lijnen en bij drie afmetingen voor het snijpunt van drie platte vlakken aan de hand geven. Duidelijkheidshalve beginnen wij dan ook met de afzonderlijke behandeling van deze twee meest eenvoudige gevallen.

Indien wij voor $n = 2$, in ieder der twee gegeven vergelijkingen

$$a_1 x_1 + a_2 x_2 = A \quad \text{en} \quad b_1 x_1 + b_2 x_2 = B$$

op zich zelve, x_1 en x_2 opvatten als veranderlijken en bepaaldelijk als regtlijnige coördinaten ten opzigte van twee willekeurige assen $O X_1$ en $O X_2$ (Fig. 2), stellen die vergelijkingen twee regte lijnen voor, waarvan de eerste op de assen de segmenten

$$O \alpha_1 = \frac{A}{a_1} \quad \text{en} \quad O \alpha_2 = \frac{A}{a_2},$$

de tweede de segmenten

$$O \beta_1 = \frac{B}{b_1} \quad \text{en} \quad O \beta_2 = \frac{B}{b_2}$$

afsnijdt, en zijn de aan beide vergelijkingen voldoende onbekenden dus niet anders dan de beide coördinaten van het snijpunt X dezer beide lijnen. Hiermede zou dan ook alles gezegd zijn wat op de graphische oplossing van dit eenvoudige geval langs dezen weg betrekking heeft, ware het niet dat het in verband met hetgeen later in het algemeen zal blijken dienstig schijnt reeds hier op zekere wederkeerigheid van den oorsprong O en, zooals wij het zullen noemen, van het wortelpunt X der beide gegeven vergelijkingen te wijzen. Evenals namelijk X het snijpunt is van twee lijnen $\alpha_1 \alpha_2$ en $\beta_1 \beta_2$, bepaald door de stukken die zij op twee door O gaande assen afsnijden, evenzeer kan O beschouwd worden als het snijpunt van twee lijnen $\alpha_1 \beta_1$ en $\alpha_2 \beta_2$, te bepalen door de stukken die deze op twee door X gaande assen afsnijden, in dier voege dat de assen van ieder dezer beide stelsels de snijlijnen van het andere zijn en dus ook omgekeerd. En almede met het oog op eene later in het algemeen te verrigten overeenkomstige berekening wenschen wij hier in het voorbijgaan iets te zeggen omtrent de verhoudingen der segmenten op de beide door X gaande assen. Om daarbij in overeenstemming te zijn met de volgorde die alsdan de meest regelmatige zal blijken, zetten wij die verhouding voor de as $\beta_1 \beta_2$ op den voorgrond en wel, let-

tende op den tegengestelden zin dien de beide segmenten $X\beta_1$ en $X\beta_2$ in de figuur hebben, onder den vorm

$$\frac{X\beta_2}{x_1 \,.\, O\beta_2} = \frac{-X\beta_1}{x_2 \,.\, O\beta_1}$$

die onmiddellijk uit de gelijkheid van ieder dezer beide leden met $\frac{\beta_1\beta_2}{O\beta_1 \,.\, O\beta_2}$ voortvloeit en die tevens, daar de som der tellers van deze twee eerste breuken gelijk is aan den teller van de derde, door toepassing van het dergelijke op de noemers en na deeling door $O\beta_1 \,.\, O\beta_2$ bevestigt dat x_1 en x_2 werkelijk volgens

$$\frac{x_1}{O\beta_1} + \frac{x_2}{O\beta_2} = 1\,,$$

dat is

$$b_1 x_1 + b_2 x_2 = B\,,$$

zamenhangen. Natuurlijk heeft men voor de as $\alpha_1\alpha_2$ evenzoo de bedoelde verhouding onder den vorm

$$\frac{X\alpha_2}{x_1 \,.\, O\alpha_2} = \frac{-X\alpha_1}{x_2 \,.\, O\alpha_1},$$

in verband met

$$a_1 x_1 + a_2 x_2 = A.$$

Hiermede afstappende van het geval $n = 2$, gaan wij over tot het geval $n = 3$, dat tot eene overeenkomstige, zij het ook uitvoeriger, meetkundige beschouwing aanleiding geeft. In tegenstelling van hetgeen daarna voor eene willekeurige waarde van n zal geschieden, zullen wij voor dit geval dan ook niet zoozeer door berekening, maar in hoofdzaak projectivisch tot de verlangde constructie geraken. Laten daartoe (Fig. 3) OX_1, OX_2, OX_3 drie willekeurige assen in de ruimte zijn, ten opzigte van welke de in de drie gegeven vergelijkingen

$$a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 = A, \quad b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 = B,$$
$$c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3 = C$$

voorkomende grootheden x_1, x_2, x_3, als veranderlijken gedacht, regtlijnige coördinaten mogen beteekenen; die vergelijkingen stellen dan drie platte vlakken voor, waarvan het eerste op de assen de segmenten

$$O\alpha_1 = \frac{A}{a_1}, \quad O\alpha_2 = \frac{A}{a_2}, \quad O\alpha_3 = \frac{A}{a_3},$$

het tweede de segmenten

$$O\beta_1 = \frac{B}{b_1}, \quad O\beta_2 = \frac{B}{b_2}, \quad O\beta_3 = \frac{B}{b_3},$$

het derde de segmenten

$$O\gamma_1 = \frac{C}{c_1}, \quad O\gamma_2 = \frac{C}{c_2}, \quad O\gamma_3 = \frac{C}{c_3}$$

afsnijdt, en de door constructie te vinden waarden van x_1, x_2, x_3, die gelijktijdig aan de drie vergelijkingen voldoen, behooren bij het snijpunt X dier drie vlakken dat wij ook hier weder het wortelpunt der drie vergelijkingen zullen noemen. Indien nu meer in het bijzonder de figuur de regt- of de scheefhoekige projectie op een willekeurig vlak verbeeldt van den drievlakkigen hoek $O X_1 X_2 X_3$ waarin de drie door α, β, γ aan te duiden vlakken geplaatst zijn, moeten vooreerst voor iedere verbinding van twee dezer vlakken, bijv. voor $\beta\gamma$, de drie punten $(\beta\gamma)_{23}$, $(\beta\gamma)_{31}$, $(\beta\gamma)_{12}$, die op het vlak van teekening de snijpunten der beide gelijknamige doorgangen met de zijvlakken $O X_2 X_3$, $O X_3 X_1$, $O X_1 X_2$ voorstellen, in eene regte lijn, de doorsnede namelijk der twee vlakken β en γ, liggen; terwijl ten andere deze drie doorsneden $(\beta\gamma)_{23, 31, 12}$, $(\gamma\alpha)_{23, 31, 12}$, $(\alpha\beta)_{23, 31, 12}$ door een zelfde punt, het snijpunt X namelijk der drie vlakken, moeten gaan. En hiermede zijn tegelijkertijd, uitsluitend door middel van de aan de lijnen in de figuur gehechte beteekenis, de twee bekende stellingen

der vlakke meetkunde aangetoond, volgens welke vooreerst de drie snijpunten der overeenkomstige zijden van twee homologe driehoeken (deze namelijk omschrijvende als zoodanige waarvoor de drie verbindingslijnen der overeenkomstige hoekpunten in één punt, het middelpunt van homologie, zamenloopen) in ééne regte lijn, de as van homologie, liggen; en ten andere (zie bijv. CHASLES, *Traité de géométrie supérieure*, 1852, blz. 284) de drie assen van homologie van drie driehoeken twee aan twee, die een gemeenschappelijk homoloog middelpunt hebben, door één punt gaan. Het wortelpunt X zelf hiermede gevonden zijnde, valt het nu niet moeijelijk daaruit overeenkomstig de regels der beschrijvende meetkunde zijne drie coördinaten x_1, x_2, x_3 af te leiden. Bijv. x_1 is uit X evenwijdig aan de as $O X_1$ te trekken tot aan de evenzeer evenwijdig aan $O X_1$ en wel op het vlak $O X_2 X_3$ genomen projectie van bijv. de doorsnede $(\beta\gamma)$, welke projectie — ofschoon om de figuur niet te overvullen achterwege gelaten — gaat door het punt $(\beta\gamma)_{23}$ zelf en door de projectiën van $(\beta\gamma)_{31}$ in de as $O X_3$ en van $(\beta\gamma)_{12}$ in de as $O X_2$; of ook tot aan de evenzoo te bepalen overeenkomstige projectie van de doorsnede $(\gamma\alpha)$ in plaats van $(\beta\gamma)$; of nogmaals tot aan de projectie van de doorsnede $(\alpha\beta)$; of wederom, tot aan den doorgang met $O X_2 X_3$ van het door x_1 zelf en door $O X_1$ gaande vlak, dat wil zeggen tot aan de uit X genomen perspectief van de as $O X_1$ op het vlak $O X_2 X_3$, welke perspectief behalve den oorsprong O ook het snijpunt a_1 van $X\alpha_1$ met $\alpha_2\alpha_3$ en de overeenkomstige snijpunten van $X\beta_1$ met $\beta_2\beta_3$ en van $X\gamma_1$ met $\gamma_2\gamma_3$ moet bevatten: en ziedaar dus vier lijnen (afkomstig van $(\beta\gamma)$, $(\gamma\alpha)$, $(\alpha\beta)$ en $O X_1$) genoemd die allen moeten zamenloopen in het te construeren voetpunt van de coördinaat x_1. Natuurlijk geldt zoowel voor x_2 als voor x_3 in allen deele het dergelijke, zoodat desverkiezende ook ieder van deze coördinaten zelfstandig uit het wortelpunt X is af te leiden, hetgeen evenwel overbodig geacht mag worden, daar, ééne der drie coördinaten op de omschreven wijze geconstrueerd zijnde, de beide anderen dadelijk bekend worden als de ten opzigte

der beide overige assen genomen coördinaten van haar voetpunt. Wat overigens de boven reeds bij $n = 2$ opgemerkte wederkeerigheid van den oorsprong O en het wortelpunt X betreft, deze wordt ook hier, zoowel in de ruimte als in de daarvan beschouwde projectie, teruggevonden: want beide punten zijn niet anders dan de toppen van twee elkander doorborende drievlakkige hoeken, waarbij de ribben van den eersten de zijvlakken van den tweeden snijden in α_1, α_2, α_3, in β_1, β_2, β_3, in γ_1, γ_2, γ_3, en de ribben van den tweeden de zijvlakken van den eersten snijden in $(\beta\gamma)_{23}$, $(\gamma\alpha)_{23}$, $(\alpha\beta)_{23}$, in $(\beta\gamma)_{31}$, $(\gamma\alpha)_{31}$, $(\alpha\beta)_{31}$, in $(\beta\gamma)_{12}$, $(\gamma\alpha)_{12}$, $(\alpha\beta)_{12}$.

Alle besproken constructiën konden uitgevoerd worden in eene vlakke figuur, de projectie zooals gezegd van de overeenkomstige figuur in de ruimte. Maar nog op eene andere, en voor ons doel wel zoo geschikte wijze kan men zich van den aanvang af tot het gebruik van eene vlakke figuur bepalen: dit is een gevolg hiervan dat de drie gebezigde coördinatenassen OX_1, OX_2, OX_3 aan geenerlei voorwaarde gebonden zijn en dat niets daarom verhindert zich deze assen zelve al dadelijk als in één vlak gelegen te denken dat dan, zonder projectie noodig te hebben, als vlak van teekening kan dienen. Terwijl nu elk stel van drie onderling onafhankelijke coördinaten x_1, x_2, x_3, weder aaneengeschakeld evenwijdig aan de gelijknamige assen uitgezet, door het eindpunt van hare meetkundige som het overeenkomstige punt van dit vlak, even goed als vroeger dat van de ruimte aanwijst, heeft men bij deze nieuwe opvatting het voordeel, voor de te verrigten constructiën op alle assen en in alle andere rigtingen de werkelijke afmetingen, zooals bijv. $O\alpha_1 = \frac{A}{a_1}$, enz., die bij de oorspronkelijke opvatting door het projecteren in verschillende, van de rigtingen afhankelijke, verhoudingen verkleind werden, geheel onveranderd te kunnen aanhouden. Wel is waar behoorde, indien men omgekeerd niet van de coördinaten maar van het beschouwde punt zelf uitgaat, in de eerste opvatting bij ieder willekeurig punt der ruimte een bepaald

stel van drie coördinaten, terwijl thans voor ieder punt van het vlak van teekening ééne der drie coördinaten nog willekeurig kan worden aangenomen; en in verband hiermede staat dat — terwijl vroeger door eenig stel van drie niet onafhankelijke, maar volgens eene lineaire vergelijking zamenhangende coördinaten een punt niet zoozeer van de ruimte, maar alleen van het overeenkomstige platte vlak werd aangeduid — thans, nu door het aannemen van de drie coördinatenassen in één vlak de geheele ruimte tegelijk met alle de ruimte vervullende vlakken als het ware tot dit ééne vlak is afgeplat, drie volgens ééne vergelijking zamenhangende coördinaten, en waarvan er dus ééne van de beide anderen afhangt, toch nog tot een willekeurig punt van dit vlak kunnen behooren: immers, waar ook dit punt moge worden aangenomen, steeds kunnen zijne drie coördinaten bepaald worden door de even bedoelde vergelijking zelve in verband bijv. met de beiden die uitdrukken dat op twee naar willekeur in het vlak aangenomen assen de projectiën van de meetkundige som dier coördinaten gelijk aan die van den uit den oorsprong naar het punt zelf gaanden straal moeten zijn. Maar dit neemt niet weg dat — zoodra de drie coördinaten aan twee lineaire vergelijkingen moeten voldoen, zooals bijv. aan de almede door β en door γ aan te duiden vergelijkingen zelve van de beide boven reeds aldus genoemde vlakken, en zoodra die coördinaten dus twee aan twee zamenhangen volgens de vergelijkingen ontstaande door tusschen β en γ beurtelings ééne der coördinaten te elimineren en stellende de drie projectiën der doorsnede van de vlakken β en γ voor — nu, als vroeger, slechts over ééne coördinaat naar willekeur mag beschikt worden, die dan de beide anderen bepaalt in dier voege dat al zulke aan de vergelijkingen β en γ voldoende punten op de evengenoemde doorsnede zelve of, wil men liever, op de homologe as der overeenkomstige driehoeken β en γ liggen, welke as dus ook thans nog als door het stel der meergenoemde vergelijkingen β en γ uitgedrukt beschouwd kan worden. En moeten de coördinaten x_1, x_2, x_3 aan alle drie gegeven vergelijkingen α, β, γ voldoen, dan kunnen zij ook bij de

nieuwe opvatting geene andere zijn dan die van het reeds door de benaming wortelpunt aangewezen gemeenschappelijk snijpunt X der drie homologe assen $(\beta\gamma)$, $(\gamma\alpha)$, $(\alpha\beta)$.

Terugkomende op de wederkeerigheid van de beide punten O en X, kunnen wij ook hier de verhouding opmaken der segmenten op ieder der drie evengenoemde door X gaande homologe assen, en wel onder een vorm die, alleen afhangende van verhoudingen telkens op eene zelfde lijn of althans op evenwijdige lijnen, zoowel voor de aanvankelijke beschouwing in de ruimte als voor de latere in het platte vlak geldig blijft. Vooreerst bijv. voor de afstanden van het wortelpunt X tot de beide eerste der drie op de as $(\beta\gamma)$ opgemerkte punten: duidt men de projectiën der drie alzoo te verbinden punten X, $(\beta\gamma)_{23}$ en $(\beta\gamma)_{31}$ op het vlak $O X_1 X_2$ aan door er telkens een accent bij te schrijven, let men er op dat de afstanden $X(\beta\gamma)_{23}$ en $X(\beta\gamma)_{31}$ zich verhouden als hunne projectiën $X'(\beta\gamma)'_{23}$ en $X'(\beta\gamma)'_{31}$, en past men dan op de verhouding van deze toe hetgeen boven in het geval van $n = 2$ evenzeer voor de segmenten op ieder der beide door het toenmalige wortelpunt X gaande assen bleek, dan is men in de gelegenheid het verlangde onmiddellijk neêr te schrijven onder den vorm

$$\frac{X(\beta\gamma)_{23}}{x_1 \,.\, O(\beta\gamma)'_{23}} = -\frac{X(\beta\gamma)_{31}}{x_2 \,.\, O(\beta\gamma)'_{31}},$$

in overeenstemming ook, wat de teekens betreft, met hetgeen hier Fig. 3 aanwijst, waar x_1 negatief is en de beide segmenten $X(\beta\gamma)_{23}$ en $X(\beta\gamma)_{31}$ in denzelfden zin voorkomen. Het dergelijke geldt natuurlijk zoowel voor de verhouding van ieder dier segmenten tot $X(\beta\gamma)_{12}$, als ook voor de onderlinge verhoudingen der drie op ieder der assen $(\gamma\alpha)$ en $(\alpha\beta)$ voorkomende segmenten: alles in overeenstemming met wat later voor eene willekeurige waarde van n zal blijken.

Ten slotte van dit onderzoek voor $n = 3$ willen wij nog doen opmerken dat, als men bijv. de eerste gegeven vergelijking — en ook hier laat zich natuurlijk weder het over-

eenkomstige zeggen van de tweede en van de derde vergelijking — schrijft onder den vorm

$$\frac{x_1}{O\alpha_1} + \frac{x_2}{O\alpha_2} + \frac{x_3}{O\alpha_3} = 1,$$

ieder der termen van het eerste lid eene eenvoudige beteekenis in de figuur heeft: immers daarin leest men onmiddellijk af, gelet weder op de negatieve waarde van x_1,

$$\frac{x_1}{O\alpha_1} = \frac{a_1 X}{a_1 \alpha_1} = \frac{-\Delta\alpha_2\alpha_3 X}{\Delta\alpha_1\alpha_2\alpha_3}, \quad \frac{x_2}{O\alpha_2} = \frac{a_2 X}{a_2\alpha_2} = \frac{\Delta\alpha_3\alpha_1 X}{\Delta\alpha_1\alpha_2\alpha_3},$$
$$\frac{x_3}{O\alpha_3} = \frac{a_3 X}{a_3\alpha_3} = \frac{\Delta\alpha_1\alpha_2 X}{\Delta\alpha_1\alpha_2\alpha_3},$$

zoodat deze drie termen, wier som naar behooren de eenheid teruggeeft, evenredig zijn aan de inhouden der driehoeken die, met het wortelpunt X tot gemeenschappelijken top, $\alpha_2\alpha_3$, $\alpha_3\alpha_1$, $\alpha_1\alpha_2$ tot bases hebben.

De thans besproken oplossingen door constructie van een stelsel lineaire vergelijkingen voor de meest eenvoudige gevallen $n = 2$ en $n = 3$ banen den weg tot eene overeenkomstige oplossing voor eene willekeurige waarde van n. Wij gaan daarbij weder uit van de in den aanhef van dit opstel nedergeschreven n lineaire vergelijkingen met n onbekenden x_1, x_2, x_3, enz., x_n, en, ten einde daarvoor in de eerste plaats eene meetkundige voorstelling te verkrijgen die de voor $n = 2$ en $n = 3$ gebezigde als bijzondere gevallen omvat, denken wij ons uit een gemeenschappelijken oorsprong O in willekeurige rigtingen in de ruimte n assen OX_1, OX_2, OX_3, enz., OX_n getrokken, op de eerste waarvan wij de afstanden

$$O\alpha_1 = \frac{A}{a_1}, \quad O\beta_1 = \frac{B}{b_1}, \quad O\gamma_1 = \frac{C}{c_1}, \quad \text{enz.}, \quad O\varkappa_1 = \frac{K}{k_1}$$

uitzetten, komende door in ieder der gegeven vergelijkingen alle onbekenden behalve x_1 gelijk nul te nemen, terwijl wij volgens

$$O\alpha_2 = \frac{A}{a_2} \text{ tot } O\varkappa_2 = \frac{K}{k_2},\ O\alpha_3 = \frac{A}{a_3} \text{ tot } O\varkappa_3 = \frac{K}{k_3}, \text{ enz.,}$$

$$O\alpha_n = \frac{A}{a_n} \text{ tot } O\varkappa_n = \frac{K}{k_n}$$

op ieder der overige assen OX_2 tot OX_n in verband telkens met de gelijknamige onbekende x_2 tot x_n het dergelijke verrigten. Zoodoende en als men zich telkens de n gelijknamige punten zooals alle α, alle β, alle γ, enz., alle $\varkappa$ opvolgend door regte lijnen verbonden denkt, komt niet alleen met ieder der n onbekenden eene der n assen overeen, maar tevens met ieder der n vergelijkingen een der n aldus ontstaande en in het algemeen scheve n-hoeken wier hoekpunten op deze assen liggen. De benaming wortelpunt wenschen wij voorts ook hier aan te houden voor het uiteinde X der meetkundige som van de aan de n gegeven vergelijkingen voldoende waarden der n onbekenden x_1, x_2, x_3, enz., x_n, ieder als coördinaat op de gelijknamige as uitgezet; en in de eerste plaats geldt het dan het opsporen van een constructieven regel voor de bepaling van dit wortelpunt van een stelsel van n lineaire vergelijkingen, dat — evenals de constructie voor $n = 3$ in wezenlijkheid werd teruggebragt tot eene herhaalde toepassing van die voor $n = 2$ — zal blijken afhankelijk te kunnen worden gemaakt van de overeenkomstige wortelpunten van zekere stelsels van $n-1$ lineaire vergelijkingen. Om zich bij dit onderzoek zooveel mogelijk vrij te maken van de verwikkeling die het bezigen uitsluitend van de n voor het punt X der ruimte ingevoerde coördinaten x_1 tot x_n zou met zich brengen, schijnt het van den beginne af dienstig, waar noodig op de gebruikelijke wijze een op slechts drie assen betrekkelijk coördinatenstelsel te hulp te roepen. Ook deze nieuwe assen OX, OY, OZ leggen wij in willekeurige rigtingen door denzelfden oorsprong O en, door de notatiën λ, μ, ν zekere standvastige coëfficiënten verstaande, die alleen van de hoeken der oorspronkelijke met de nieuwe assen en van die dezer laatste assen onderling afhangen, zijn wij dan bij magte voor ieder willekeurig punt der

ruimte de drie volgende lineaire betrekkingen tusschen zijne n oorspronkelijke coördinaten x_1 tot x_n en zijne drie nieuwe coördinaten X, Y, Z op te stellen:

$$\lambda_1 x_1 + \lambda_2 x_2 + \lambda_3 x_3 + \text{ enz. } + \lambda_n x_n = X,$$
$$\mu_1 x_1 + \mu_2 x_2 + \mu_3 x_3 + \text{ enz. } + \mu_n x_n = Y,$$
$$\nu_1 x_1 + \nu_2 x_2 + \nu_3 x_3 + \text{ enz. } + \nu_n x_n = Z.$$

Meer in het bijzonder voor het wortelpunt X kunnen alzoo deze drie vergelijkingen aan de n gegevene worden toegevoegd. Het is dan vooreerst duidelijk dat de drie nieuwe coördinaten van dit punt in de gegevens zijn uit te drukken door de aan de n oorspronkelijke vergelijkingen voldoende waarden der onbekenden x_1 tot x_n in ieder dezer drie toegevoegde vergelijkingen te substitueren of, wat op hetzelfde nederkomt, door die n onbekenden telkens te elimineren tusschen de $n + 1$ vergelijkingen waarover men door toevoeging van de eerste of van de tweede of van de derde nieuwe vergelijking aan de n gegevene beschikt; of, nogmaals met andere woorden, het wortelpunt wordt geheel bepaald door drie in X, Y, Z lineaire vergelijkingen die als de resulterenden te beschouwen zijn van de eliminatie der n onbekenden x_1 tot x_n tusschen de $n + 3$ in het geheel aanwezige vergelijkingen. Maar stelt men zich in de tweede plaats vóór dat van deze $n + 3$ vergelijkingen bepaaldelijk één der n gegevene, bijv. de i^{de}, buiten beschouwing wordt gelaten en dat dan tusschen de $n + 2$ overblijvende vergelijkingen weder alle, thans als veranderlijken te denken, n grootheden x_1 tot x_n geëlimineerd worden, dan bestaat de uitkomst van deze bewerking blijkbaar uit twee lineaire vergelijkingen tusschen de drie coördinaten X, Y, Z, en in meetkundigen zin is die uitkomst dus eene regte lijn. Deze door i aan te duiden lijn, hoedanige er door opvolgend $i = 1, 2, 3,$ enz., n te nemen n zijn, gaat steeds door het wortelpunt X, uithoofde dit aan alle $n + 3$ vergelijkingen, en dus, welke der n genoemde waarden i ook hebbe, onder anderen steeds aan de $n + 2$ vergelijkingen voldoet waaruit de lijn i werd afgeleid. Neemt men wijders in aanmerking dat

de thans beschouwde $n - 1$ gegeven vergelijkingen tusschen de n grootheden x_1 tot x_n veroorloven ééne van deze, bijv. x_k, willekeurig, bijv. gelijk nul, te nemen en dat dan de bijbehoorende waarden der $n - 1$ overige x in verband met de bijbehoorende van X, Y, Z — welke waarden alzoo niet anders zijn dan de oude en de nieuwe coördinaten van het wortelpunt der $n - 1$ vergelijkingen ontstaande indien men ieder van de $n - 1$ beschouwde vergelijkingen door het weglaten van den term in x_k tot $n - 1$ onbekenden terugbrengt — niet ophouden tegelijk met deze $x_k = 0$ aan de uitkomst der verrigte eliminatie te voldoen, dan blijkt deze zelfde gevonden regte lijn i bovendien te bevatten de n wortelpunten $i\,k_{(k=1,\ 2,\ 3,\ \text{enz.},\ n)}$ ieder behoorende bij één der n zoodanige stelsels van $n - 1$ vergelijkingen met $n - 1$ onbekenden. En hiermede is men reeds in staat — de twee even gevonden bijzonderheden in omgekeerde orde opnoemende — de volgende stelling, waarom het hoofdzakelijk te doen was, uit te spreken:

> Indien men de benaming wortelpunt in den omschreven zin opvat, dan liggen vooreerst de n wortelpunten der n stelsels van $n - 1$ vergelijkingen met $n - 1$ onbekenden, ieder ontstaande door in een gegeven stelsel van n vergelijkingen met n onbekenden ééne zelfde vergelijking buiten beschouwing te laten en in de overblijvende $n - 1$ vergelijkingen beurtelings ééne zelfde der n onbekenden gelijk nul te nemen, in eene regte lijn; en dan hebben ten andere de n regte lijnen, die op deze wijze komen naarmate men achtervolgens ieder der n gegeven vergelijkingen buiten beschouwing laat, een gemeenschappelijk snijpunt, namelijk het wortelpunt van het gegeven stelsel zelf.

Wederom merkt men hier de boven voor $n = 2$ en voor $n = 3$ in het licht gestelde wederkeerigheid van den oorsprong O en het wortelpunt X op, althans in zooverre in ieder dezer punten een stel van n lijnen, ieder dragende n punten, zamenloopt: in O de oorspronkelijk aangenomen assen met de daarop als vertegenwoordigers van de coëfficiëntenverhoudingen der gegeven vergelijkingen uitgepaste

punten, in X de gevonden lijnen met de daarop aanwezige wortelpunten der uit de gegeven vergelijkingen afgeleide stelsels. Terwijl wij weldra meer volledig op deze wederkeerigheid terugkomen, stippen wij eerst aan dat de voor het geval der ruimte ontwikkelde stelling onverminderd hare geldigheid behoudt voor het geval eener vlakke figuur — en juist voor dit geval wenschen wij haar later dienstbaar te maken aan de graphische oplossing van lineaire vergelijkingen — zooals blijkt hetzij door weder eene regt- of eene scheefhoekige projectie van de beschouwde ruimte-figuur te vormen, hetzij nog meer onmiddellijk, indien men zich van den aanvang af tot het vlakke geval had willen bepalen, door reeds aanstonds alle assen OX_1 tot OX_n in overigens willekeurige rigtingen in één plat vlak te kiezen, in welk zelfde vlak men dan, bij behoud nagenoeg van de vorenstaande redenering, had kunnen volstaan met het aannemen van twee nieuwe of hulpassen OX en OY in plaats van de drie boven gebezigde. En in dit vlakke geval blijft dus evenzeer onaangetast de uitspraak dat ieder der n gevondene in het wortelpunt X zamenloopende regte lijnen — voor $n = 2$ (Fig. 2) waren zij de twee verbindingslijnen $\beta_1\beta_2$ en $\alpha_1\alpha_2$ zelve, voor $n = 3$ (Fig. 3) de drie homologe assen $(\beta\gamma)_{23,\ 31,\ 12}$, $(\gamma\alpha)_{23,\ 31,\ 12}$ en $(\alpha\beta)_{23,\ 31,\ 12}$ van de driehoeken α, β, γ twee aan twee — ten opzigte der thans in het vlak zelf aangenomen assen OX_1 tot OX_n voorgesteld blijft door alle n gegeven vergelijkingen met uitsluiting beurtelings van de eerste of de tweede of de derde, enz., of de laatste. Overigens kan de bewezen stelling voor het platte vlak, en trouwens die voor de ruimte met de daaraan zoo straks nog te geven uitbreiding ongeveer in denzelfden trant, ook worden aangetoond door toepassing van de in mijn opstel in het *Nieuw Archief voor Wiskunde*, Deel VI, Stuk 1, 1879, blz. 79—80, besproken eigenschap, volgens welke, als twee determinanten, die slechts in ééne kolom (of rij) van elkander verschillen, gelijk nul zijn, iedere andere determinant, daaruit afgeleid door in een der beiden eene der gelijke kolommen (rijen) te vervangen door de ongelijke kolom (rij) van den anderen, almede

gelijk nul is. Deze tweede bewijsvoering, waarbij men omgekeerd van de wortelpunten der afgeleide stelsels opklimt tot dat van het gegeven stelsel, wenschen wij, al is zij wel zoo omslagtig als de voorafgegane, bij wijze van voorbeeld dat voor hoogere n nagenoeg letterlijk te volgen zou zijn, hier voor $n = 3$ nog bij te brengen. Laat men voor dat geval bijv. de eerste gegeven vergelijking buiten beschouwing en neemt men in de beide anderen bijv. de eerste veranderlijke $x_1 = 0$, dan heeft men ter afzonderlijke berekening der beide coördinaten X en Y van het wortelpunt van het aldus afgeknotte stelsel te beschikken over de vier betrekkingen

$$b_2 x_2 + b_3 x_3 = B,\ c_2 x_2 + c_3 x_3 = C,\ \lambda_2 x_2 + \lambda_3 x_3 = X \text{ en}$$
$$\mu_2 x_2 + \mu_3 x_3 = Y,$$

die voor het genoemde doel dadelijk geven

$$\begin{vmatrix} b_2 & b_3 & B \\ c_2 & c_3 & C \\ \lambda_2 & \lambda_3 & X \end{vmatrix} = 0 \quad \text{en} \quad \begin{vmatrix} b_2 & b_3 & B \\ c_2 & c_3 & C \\ \mu_2 & \mu_3 & Y \end{vmatrix} = 0.$$

Ziedaar dus twee determinanten die werkelijk de aangehaalde bijzonderheid vertoonen en door toepassing van de genoemde eigenschap toelaten neêr te schrijven dat, geheel onafhankelijk van de waarden der coëfficiënten $b_1, c_1, \lambda_1\ \mu_1$, ook

$$\begin{vmatrix} b_1 & b_2 & b_3 & B \\ c_1 & c_2 & c_3 & C \\ \lambda_1 & \lambda_2 & \lambda_3 & X \\ \mu_1 & \mu_2 & \mu_3 & Y \end{vmatrix} = 0$$

zal zijn, zooals blijkt door dezen nieuwen determinant volgens de elementen zijner eerste kolom te ontwikkelen (of, zelfs zonder de genoemde eigenschap, door de vierde kolom te verminderen met x_2 maal de tweede en x_3 maal de derde, als wanneer zij krachtens de vier uitgangsbetrekkingen in nullen overgaat). Het wortelpunt van het stelsel $(b\,c)_{23}$, en dan op denzelfden grond ook die van de stelsels $(b\,c)_{31}$ en $(b\,c)_{12}$, ligt alzoo in de door dezen nieuwen determinant

aangewezen regte lijn; (of, in de vroegere notatie, de drie punten $(\beta\gamma)_{23}$, $(\beta\gamma)_{31}$, $(\beta\gamma)_{12}$ liggen in de homologe as $(\beta\gamma)$). Nu zijn er drie zulke lijnen, waarvan de tweede en de derde komen door de tweede en daarna de derde gegeven vergelijking uit te sluiten op dezelfde wijze als voor de eerste lijn met de eerste vergelijking geschied is: hare drie determinanten-vergelijkingen verkeeren twee aan twee wederom in het aangehaalde geval, zoodat men geregtigd is uit de verbindingen dier vergelijkingen te besluiten dat het punt, dat onverschillig aan welke twee van deze drie lijnen gemeen is, tevens de beide determinanten

$$\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & A \\ b_1 & b_2 & b_3 & B \\ c_1 & c_2 & c_3 & C \\ \lambda_1 & \lambda_2 & \lambda_3 & X \end{vmatrix} \quad \text{en} \quad \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & A \\ b_1 & b_2 & b_3 & B \\ c_1 & c_2 & c_3 & C \\ \mu_1 & \mu_2 & \mu_3 & Y \end{vmatrix}$$

tot nul maakt; en dit nu is juist het analytisch kenmerk dat de drie genoemde lijnen in het wortelpunt van het gegeven stelsel zelf zamenkomen.

Boven werd reeds, voor de ruimte-figuur, in de eerste plaats het wortelpunt X zelf van de n gegeven vergelijkingen aangewezen als uitkomst van de eliminatie van alle onbekenden x_1 tot x_n tusschen die vergelijkingen en de drie ter bepaling van de nieuwe coördinaten X, Y, Z daaraan toegevoegde, en in de tweede plaats ieder der n door dit wortelpunt gaande regte lijnen i als uitkomst telkens der eliminatie van dezelfde n grootheden tusschen de $n + 2$ vergelijkingen die in het geheel aanwezig zijn als men ééne der n gegevene buiten beschouwing laat. Wij willen thans, op dezelfde wijze voortgaande, in de derde plaats onderzoeken wat er gebeurt indien men dezelfde eliminatie verrigt tusschen dezelfde $n + 3$ vergelijkingen na daarvan evenwel twee van de n gegevene, bijv. de i^{de} en de j^{de}, te hebben uitgesloten. Het aantal beschikbare vergelijkingen dat der te verdrijven grootheden nu slechts met één overtreffende, kan die eliminatie niet anders dan ééne lineaire vergelijking in X, Y, Z opleveren, voorstellende dus een plat vlak, dat

wij in verband met de vroegere notatie te eerder als het vlak ij mogen aanduiden, omdat het zoowel de boven door i gekenmerkte regte lijn als de overeenkomstige j bevat, daar toch telkens onder de $n + 2$ vergelijkingen waaruit ieder dezer beide lijnen werd afgeleid onder anderen de $n + 1$ voor het vlak zelf gediend hebbende vergelijkingen voorkwamen. Al zoodanige vlakken ij, waarvan het aantal alzoo gelijk is aan dat der verbindingen van de n gegeven vergelijkingen twee aan twee, dat is gelijk aan den binomiaal-coëfficiënt $\binom{n}{2} = \frac{n(n-1)}{1.2}$, zijn bijgevolg niet anders dan de zijvlakken — met inbegrip der diagonaalvlakken — van een volledigen n-vlakkigen hoek, hebbende de $\binom{n}{1} = n$ lijnen i tot ribben en daarom tevens het wortelpunt X, zoowel als gemeenschappelijk snijpunt van deze $\binom{n}{1}$ lijnen als van deze $\binom{n}{2}$ vlakken tot top. Op soortgelijken grond als vroeger iedere lijn i bleek n punten van bijzonderen aard te bevatten, bevat wijders thans weder ieder vlak ij de n door $(ij, k)_{(k=1,2,3,\text{enz.},n)}$ aan te duiden regte lijnen die ieder bepaald worden door in de $n + 1$ vergelijkingen waaruit het vlak werd afgeleid ééne zelfde veranderlijke, bijv. x_k, gelijk nul te nemen, dus weg te laten, en door tusschen deze aldus vereenvoudigde $n + 1$ vergelijkingen de $n-1$ overige veranderlijken x te elimineren; en hierdoor blijkt verder ieder vlak ij tevens te bevatten de $\binom{n}{2}$ punten zooals (ij, kl), hoekpunten van de door deze n lijnen zooals (ij, k) en (ij, l) gevormde volledige n-zijde, en tegelijkertijd niet anders dan de wortelpunten van de $\binom{n}{2}$ stelsels van $n-2$ vergelijkingen met $n-2$ onbekenden, ieder ontstaande door de i^{de} en de j^{de} gegeven vergelijking weg te laten en in alle overblijvenden beurtelings twee zelfde der n veranderlijken x gelijk nul te nemen. Het thans

beredeneerde zou op nieuw in den vorm eener stelling te brengen zijn die zich als het ware uit de boven opgestelde zou laten afschrijven bij vervanging van »n wortelpunten der n stelsels" door »$\binom{n}{2}$ wortelpunten der $\binom{n}{2}$ stelsels", van »n—1" door »n—2", van »ééne zelfde" door »twee zelfde", van »regte lijn" door »plat vlak", van »n regte lijnen" door »$\binom{n}{2}$ platte vlakken", van »ieder" door »iedere twee". Wij laten deze herhaling achterwege, maar vermelden daarentegen dat ook hier weder overeenstemming van de punten O en X in het licht treedt die tevens kan dienen om de groepering der thans in het geheel gevonden $\binom{n}{2}^2$ wortelpunten van de $(n-2)^e$ orde — zooals wij ze ter onderscheiding van de vroegere $\binom{n}{1}^2$ wortelpunten van de $(n-1)^e$ orde willen noemen — nog meer aanschouwelijk te maken: immers, ook van den oorsprong O laat zich zeggen dat hij de top of het gemeenschappelijk snijpunt der $\binom{n}{2}$ zijvlakken is van den volledigen n-vlakkigen hoek, hebbende de n assen OX_1 tot OX_n tot ribben, en dat bovendien ieder dezer $\binom{n}{2}$ vlakken weder $\binom{n}{2}$ punten bevat, de hoekpunten namelijk van de volledige n-zijde ontstaande door de gelijknamige op de beide ribben van dit vlak liggende punten α, β, γ, enz., $\varkappa$ twee aan twee te verbinden, welke hoekpunten zich tot deze laatste punten verhouden geheel op dezelfde wijze als de besproken wortelpunten der $(n-2)^e$ orde tot die der $(n-1)^e$ orde.

Na aldus in het voorafgegane de meetkundige beteekenis onderzocht te hebben van de eliminatie der n grootheden x_1 tot x_n tusschen de n gegeven vergelijkingen en de drie daaraan toegevoegde, zoowel in het geval dat men die n gegeven vergelijkingen allen aanhoudt als dat men er van te voren één of daarna ook twee van uitsluit, zou men in denzelfden geest

het onderzoek voor het geval van uitsluiting van drie en vervolgens van nog meer gegeven vergelijkingen kunnen voortzetten, hetgeen wij evenwel niet met dezelfde uitvoerigheid zullen doen, eensdeels omdat de uitkomsten van dit verdere onderzoek niet zoo onmiddellijk als die van het tot nog toe ingestelde onder tastbaren meetkundigen vorm te brengen zijn, maar hoofdzakelijk om ons niet al te ver te laten afleiden van het eigenlijke doel van dit opstel, waartoe zoo als reeds gezegd strikt genomen de beschouwing eener vlakke in plaats van die eener ruimte-figuur van den aanvang af had kunnen volstaan. Alleen willen wij er voor dit verdere onderzoek op wijzen dat, zoodra drie der gegeven vergelijkingen buiten beschouwing worden gelaten, van eene wezenlijke eliminatie der n grootheden x tusschen de $n-3$ overgeblevene en de drie toegevoegde vergelijkingen geene sprake meer kan zijn, en de noodzakelijkheid ontstaat deze drie laatsten te vermeerderen met eene vierde, regelmatigheids- en eenvoudigheidshalve van denzelfden vorm, zooals:

$$\pi_1 x_1 + \pi_2 x_2 + \pi_3 x_3 + \text{enz.} + \pi_n x_n = W;$$

dit doende, levert de eliminatie van alle x tusschen de nu weder beschikbare $n+1$ vergelijkingen ééne lineaire betrekking tusschen de vier veranderlijken X, Y, Z, W, en aan ieder der $\binom{n}{3}$ zoodanige betrekkingen die men verkrijgt door opvolgend ieder der $\binom{n}{3} = \frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3}$ mogelijke verbindingen van de n gegeven vergelijkingen drie aan drie uit te sluiten, voldoet ook nu weder het wortelpunt X dier vergelijkingen mits men daarvoor natuurlijk, evenals reeds vroeger voor zijne drie coördinaten X, Y, Z moest geschieden, bovendien aan de nieuwe veranderlijke of coördinaat W de waarde toekent door de oorspronkelijke coördinaten x_1 tot x_n van dit punt zelf aangewezen. Zich grondende op wat vroeger bleek, ligt het nu voor de hand hieraan toe te voegen dat aan ééne en dezelfde der $\binom{n}{3}$ even-

bedoelde betrekkingen tusschen X, Y, Z, W tevens voldoen de $\binom{n}{3}$ wortelpunten der $\binom{n}{3}$ stelsels van $n-3$ vergelijkingen met $n-3$ onbekenden, komende door in de $n-3$ voor die bepaalde betrekking gebezigde gegeven vergelijkingen achtervolgens een zelfde der $\binom{n}{3}$ mogelijke drietallen uit de n veranderlijken x_1 tot x_n gelijk nul te stellen; en al dergelijke nieuwe wortelpunten, van de $(n-3)^e$ orde, komen alzoo ten gezamenlijke getale van $\binom{n}{3}^2$ voor. Zoo voortgaande, schakelen zich de wortelpunten der opvolgende orden aanéén: in het algemeen zijn er $\binom{n}{p}^2$ wortelpunten van de $(n-p)^e$ orde, die ieder in verband zoowel met de daarvoor uitgesloten vergelijkingen als veranderlijken geschikt schematisch zouden zijn voor te stellen door den overeenkomstigen van de gezamenlijke $\binom{n}{n-p}^2 = \binom{n}{p}^2$ gedeeltelijke- of onder- of minor-determinanten van dezelfde $(n-p)^e$ orde, te vormen uit den determinant

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & \ldots & a_n \\ b_1 & b_2 & b_3 & \ldots & b_n \\ c_1 & c_2 & c_3 & \ldots & c_n \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ k_1 & k_2 & k_3 & \ldots & k_n \end{vmatrix}$$

der n^e orde van de eerste leden der gegeven vergelijkingen. En het geheele aantal van alle ter sprake komende wortelpunten, met inbegrip van den als eenig wortelpunt der 0de orde te beschouwen oorsprong O, van de n^2 als gegevens op de n assen OX_1 tot OX_n uitgepaste punten α, β, γ, enz., $\varkappa$, die als wortelpunten der 1^e orde tellen, enz., tot en met het eenige of hoofdwortelpunt X der n^e orde waarom het hoofdzakelijk te doen was, bedraagt mitsdien

$$\binom{n}{0}^2 + \binom{n}{1}^2 + \binom{n}{2}^2 + \text{enz.} + \binom{n}{n}^2,$$

dat is — zooals onder anderen onmiddellijk blijkt door in de ontwikkeling van het eerste en van het laatste lid der identiteit

$$\left\{\binom{n}{0} + \binom{n}{1}x + \binom{n}{2}x^2 + \text{enz.} + \binom{n}{n}x^n\right\} \cdot$$
$$\cdot \left\{\binom{n}{0} + \binom{n}{1}\frac{1}{x} + \binom{n}{2}\frac{1}{x^2} + \text{enz.} + \binom{n}{n}\frac{1}{x^n}\right\} =$$
$$= (1+x)^n\left(1+\frac{1}{x}\right)^n = \frac{(1+x)^{2n}}{x^n}$$

de van x onafhankelijke termen onderling gelijk te stellen — de middelste binomiaal-coëfficiënt

$$\binom{2n}{n} = \frac{1.2.3.4.5\ldots(2n)}{(1.2.3\ldots n)^2} = 2^n \cdot \frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{1.2.3\ldots n}$$

van de $(2n)^e$ magt. Ten deze zij nogmaals de wederkeerigheid van O en X bevestigd door de opmerking dat, uitgaande van O, de $\binom{n}{p}^2$ wortelpunten van de $(n-p)^e$ orde dezelfde zijn als, uitgaande van X, de $\binom{n}{n-p}^2$ wortelpunten van de p^e orde; voor n even zijn dus de $\binom{n}{\frac{1}{2}n}^2$ wortelpunten van de middelste orde, ofschoon in andere groepering, aan beide stelsels O en X gemeen (zooals men dit al dadelijk voor $n = 2$ in Fig. 2 door de vier punten α_1, β_1, α_2, β_2 bevestigd ziet). En overigens behoeft het naauwelijks herhaald te worden dat ook hier het voor de ruimte ontwikkelde zich om zoo te zeggen weder tot één vlak laat afplatten; maar, alvorens voor ons eigenlijke doel tot dit bijzondere geval terug te keeren, moge te dezer plaatse nog de berekening worden uitgevoerd van de verhoudingen der afstanden van het hoofdwortelpunt X tot de n wortelpunten der $(n-1)^e$ orde die bleken telkens op eene zelfde der n door X gaande regte lijnen te liggen. Deze verhoudingen gelijk zijnde aan die der op onverschillig welke van de

drie aangenomen assen OX, OY, OZ te meten coördinatenverschillen van dezelfde punten, kan men volstaan met de bepaling bijv. der op de as OX betrekkelijke coördinaten. Voor het wortelpunt X zelf heeft men dan aan de n oorspronkelijk gegeven vergelijkingen slechts deze ééne,

$$\lambda_1 x_1 + \lambda_2 x_2 + \lambda_3 x_3 + \text{enz.} + \lambda_n x_n = X,$$

toe te voegen; voor het door X_{a_1} aan te duiden wortelpunt van het stelsel, komende door bijv. de eerste gegeven vergelijking weg te laten en in de $n-1$ overigen bijv. de eerste veranderlijke $x_1 = 0$ te nemen, en welk wortelpunt en stelsel in den zoo even geschetsten zin dus overeenstemt met dien minor van den determinant Δ waarin de rij en de kolom van zijn eerste element a_1 ontbreken, voege men ter onderscheiding deze zelfde aanwijzing a_1 aan de te vinden coördinaten x_2 tot x_n en X toe, dan moet dit wortelpunt voldoen aan de n vergelijkingen:

$$\begin{aligned}
b_2 x_{2,a_1} + b_3 x_{3,a_1} + \text{enz.} + b_n x_{n,a_1} &= B,\\
c_2 x_{2,a_1} + c_3 x_{3,a_1} + \text{enz.} + c_n x_{n,a_1} &= C,\\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\\
k_2 x_{2,a_1} + k_3 x_{3,a_1} + \text{enz.} + k_n x_{n,a_1} &= K,\\
\lambda_2 x_{2,a_1} + \lambda_3 x_{3,a_1} + \text{enz.} + \lambda_n x_{n,a_1} &= X_{a_1}.
\end{aligned}$$

Ter berekening nu van het verschil $X - X_{a_1}$ trekke men ieder van deze n vergelijkingen af van de gelijknamige der zoo even voor het wortelpunt X vermelde $n+1$ vergelijkingen (daarbij dus de allereerste van deze op dit oogenblik ongebruikt latende), dan laat zich de uitkomst van deze bewerking onder den vorm

$$\begin{aligned}
b_2(x_2-x_{2,a_1}) + b_3(x_3-x_{3,a_1}) + \text{enz.} + b_n(x_n-x_{n,a_1}) &= b_1(-x_1),\\
c_2(x_2-x_{2,a_1}) + c_3(x_3-x_{3,a_1}) + \text{enz.} + c_n(x_n-x_{n,a_1}) &= c_1(-x_1),\\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\\
k_2(x_2-x_{2,a_1}) + k_3(x_3-x_{3,a_1}) + \text{enz.} + k_n(x_n-x_{n,a_1}) &= k_1(-x_1),\\
-(X-X_{a_1}) + \lambda_2(x_2-x_{2,a_1}) + \lambda_3(x_3-x_{3,a_1}) + \text{enz.} + \lambda_n(x_n-x_{n,a_1}) &= \lambda_1(-x_1)
\end{aligned}$$

als een stelsel van n lineaire vergelijkingen tusschen de n verhoudingen van bijv. $(-x_1)$ tot $-(X-X_{a_1})$, (x_2-x_{2,a_1}), (x_3-x_{3,a_1}), enz., (x_n-x_{n,a_1}) als onbekenden neêrschrij-

ven, waaruit wij voor ons doel de eerste van deze onbekende verhoudingen, namelijk $\frac{-(X-X_{a_1})}{-x_1}$, dat is $\frac{X-X_{a_1}}{x_1}$, oplossen, die wij evenwel door de waarde van x_{2,a_1}, op te lossen uit de $n-1$ eerste vergelijkingen van het onmiddellijk voorgaande stelsel, doen voorafgaan. Daarbij lettende dat de determinant

$$\begin{vmatrix} b_2 \dots b_n \\ \dots\dots \\ k_2 \dots k_n \end{vmatrix}$$

der eerste leden van deze $n-1$ vergelijkingen van het voorgaande stelsel niet anders is dan de coëfficiënt van het eerste element a_1 in den ontwikkeld gedachten determinant Δ, en dat de determinant der eerste leden van het met de genoemde verhoudingen als onbekenden opgevatte tweede stelsel in zijn geheel, namelijk

$$\begin{vmatrix} 0 & b_2 \dots & b_n \\ \dots & \dots & \dots \\ 0 & k_2 \dots & k_n \\ 1 & \lambda_2 \dots & \lambda_n \end{vmatrix},$$

zich daarvan alleen door voorvoeging van het teeken $(-)^{n-1}$ onderscheidt, is de uitkomst van deze dubbele oplossing — als men hier en verder ter bekorting den coëfficiënt van ieder element van Δ aanduidt door bij het bedoelde element zelf een accent te schrijven — de volgende:

$$a'_1.x_{2,a_1} = \begin{vmatrix} B & b_3 \dots & b_n \\ C & c_3 \dots & c_n \\ \dots & \dots & \dots \\ K & k_3 \dots & k_n \end{vmatrix} \text{en} (-)^{n-1} a'_1 . \frac{X-X_{a_1}}{x_1} = \begin{vmatrix} b_1 & b_2 & b_3 \dots & b_n \\ c_1 & c_2 & c_3 \dots & c_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ k_1 & k_2 & k_3 \dots & k_n \\ \lambda_1 & \lambda_2 & \lambda_3 \dots & \lambda_n \end{vmatrix}.$$

Tot zoover gevorderd zijnde, stappen wij voorloopig van het wortelpunt X_{a_1} af en stellen ons voor dat het wortelpunt X_{a_2} — hetgeen dus behoort bij het stelsel, komende door weder de eerste der n gegeven vergelijkingen buiten beschouwing te laten en in de $n-1$ overigen thans niet de

eerste veranderlijke x_1, maar de tweede $x_2 = 0$ te nemen — in allen deele aan eene zelfde bewerking onderworpen worde: evenwel, deze behoeft niet in haar geheel te worden uitgeschreven, daar men kan volstaan met de opmerking dat eene dergelijke verwisseling van x_1 en x_2 in de twee even gevonden uitkomsten, tegelijk met de vervanging van X_{a_1} door X_{a_2}, de coördinaat x_{2,a_1} doet overgaan in die wij thans x_{1,a_2} moeten noemen, den coëfficiënt a'_1 — gelet op de onderlinge verwisseling der twee eerste kolommen van Δ — in den negatieven coëfficiënt — a'_2, en dat zij overigens, het tweede lid der eerste uitkomst geheel onaangeroerd latende, in dat der tweede uitkomst slechts de beide eerste kolommen in elkanders plaats stelt, dat wil zeggen het teeken omkeert. Zonder meer zijn wij daarom geregtigd thans uit die beide uitkomsten te besluiten, vooreerst tot $a'_1.x_{2,a_1} = -a'_2.x_{1,a_2}$, ten andere tot de onderlinge gelijkheid der twee eerste leden van

$$a'_1.\frac{X-X_{a_1}}{x_1} = a'_2.\frac{X-X_{a_2}}{x_2} = a'_3.\frac{X-X_{a_3}}{x_3} = \text{enz.} = a'_n.\frac{X-Xa_n}{x_n},$$

welke gelijkheid op zich zelve ons juist weder magtigde tot de gelijkstelling met de door bloote rangverhooging daarachter geschreven leden. En terwijl nu door die aaneengeschakelde vergelijkingen de voorgestelde vraag naar de onderlinge verhoudingen der n afstanden op de eerste der n door het wortelpunt X gaande lijnen reeds haar antwoord gevonden heeft — eene vraag die voor ieder der $n-1$ overige lijnen diensvolgens ook gelijkluidend beantwoord wordt door eenvoudig alle letters a opvolgend door de overeenkomstige b, of c, of enz., of k te vervangen — maken wij er nog opmerkzaam op dat bij deeling van de twee eerste leden door die van de onmiddellijk te voren geschreven betrekking de verhouding der twee allereerste van alle bedoelde afstanden weder te voorschijn treedt onder den vorm:

$$\frac{X-X_{a_1}}{x_1 \cdot x_{2,a^1}} = -\frac{X-X_{a_2}}{x_2 \cdot x_{1,a_2}},$$

die de reeds vroeger voor de twee eenvoudigste gevallen, $n = 2$ en $n = 3$, langs meetkundigen weg gevonden verhoudingen in zich bevat. Overigens: niet alleen hangen de zoo even gevonden verhoudingen voor de n afstanden op ieder der n door X gaande lijnen natuurlijk niet af van de volstrekte waarden der in de gegeven vergelijkingen voorkomende coëfficiënten, daar, zooals reeds in den aanvang werd gezegd, die vergelijkingen zelve geheel bepaald zijn door het zamenstel van alle als gegeven afstanden op de assen OX_1 tot OX_n uitgezette quotienten

$$O\alpha_1 = \frac{A}{a_1} \text{ tot } O\varkappa_n = \frac{K}{k_n};$$

maar, wat meer is, niet weder deze quotienten zelve, maar alleen hunne onderlinge verhoudingen voor zoover zij telkens op eene zelfde der n assen betrekking hebben, zijn van invloed op de meergenoemde verhoudingen van afstanden tot het wortelpunt X. Laten bijv. alle op de as OX_1 betrekkelijke coëfficiënten a_1 tot k_1 overgaan in $\theta_1 a_1$ tot $\theta_1 k_1$, waardoor de bijbehoorende quotienten

$$O\alpha_1 = \frac{A}{a_1} \text{ tot } O\varkappa_1 = \frac{K}{k_1}$$

onderling in dezelfde reden blijven; laten evenzeer a_2 tot k_2 overgaan in $\theta_2 a_2$ tot $\theta_2 k_2$, a_3 tot k_3 in $\theta_3 a_3$ tot $\theta_3 k_3$, enz., a_n tot k_n in $\theta_n a_n$ tot $\theta_n k_n$, dan gaat de coëfficiënt a'_1 van het eerste element a_1 van den determinant Δ over in $\theta_2 \theta_3 \ldots \theta_n \cdot a'_1$, terwijl de onbekende x_1, hetzij door deze in determinanten-vorm uit de n gegeven vergelijkingen op te lossen, hetzij bij bloote inzage van deze vergelijkingen zelve met hare thans gewijzigde coëfficiënten, blijkt over te gaan in $\frac{x_1}{\theta_1}$; het quotient $\frac{a'_1}{x_1}$, waaraan blijkens het eerste lid der boven uitgeschreven aaneengeschakelde vergelijkingen in a de door $X—X_{a_1}$ vertegenwoordigde eerste afstand omgekeerd evenredig is, ondergaat mitsdien eene vermenigvul-

diging met den factor $\theta_1\,\theta_2\,\theta_3 \ldots \theta_n$, die symmetrisch zijnde daarom ook evenzeer optreedt in ieder der n—1 verdere leden; en hiermede is voor de eerste der lijnen door X het gezegde bewaarheid, dat dan niet missen kan ook voor ieder dier $n-1$ overige lijnen te gelden. De hier opgemerkte bijzonderheid kan ons te pas komen om de reeds zoo herhaaldelijk vermelde wederkeerigheid der beide punten O en X door berekening te bevestigen, waartoe wij thans ten slotte van deze uitweiding nog overgaan: immers die bijzonderheid leert dat, als werkelijk eene verwisseling van deze punten mogelijk is, ook de verhoudingen der afstanden op ieder der n door O gaande assen $O\,X_1$ tot $O\,X_n$, terug te vinden door van X uit te gaan, uitsluitend moeten afhangen niet van de afstanden zelve op de n door X gaande lijnen, maar alleen weder van de verhoudingen dezer afstanden voor zoover zij telkens op eene zelfde van deze lijnen voorkomen. Van daar dat bij deze omgekeerde bewerking de oorspronkelijk op de eerste as door O betrekkelijke afstanden te vervangen zijn door de quotienten waaraan blijkens de aaneengeschakelde vergelijkingen in a de afstanden op de eerste lijn door X evenredig zijn, dat wil zeggen

$$O\,\alpha_1 = \frac{A}{a_1} \text{ door } \frac{x_1}{a'_1},\quad O\,\beta_1 = \frac{B}{b_1} \text{ door } \frac{x_2}{a'_2},\quad O\gamma_1 = \frac{C}{c_1} \text{ door } \frac{x_3}{a'_3}, \text{enz.},$$

$$O\,\varkappa_1 = \frac{K}{k_1} \text{ door } \frac{x_n}{a'_n},$$

en dat dan evenzeer $\frac{A}{a_2}$ tot $\frac{K}{k_2}$ te vervangen zijn door $\frac{x_1}{b'_1}$ tot $\frac{x_n}{b'_n}$, $\frac{A}{a_3}$ tot $\frac{K}{k_3}$ door $\frac{x_1}{c'_1}$ tot $\frac{x_n}{c'_n}$, enz., $\frac{A}{a_n}$ tot $\frac{K}{k_n}$ door $\frac{x_1}{k'_1}$ tot $\frac{x_n}{k'_n}$; met andere woorden, terwijl bij dezen overgang de waarden van A, B, C, enz., K onveranderd kunnen worden aangehouden, moet in de plaats van ieder der als verdere oorspronkelijke gegevens voorkomende coëfficiënten a tot k, of elementen van den determinant Δ, het gelijkstandige element treden van den nieuwen determinant

$$\begin{vmatrix} \frac{A}{x_1}(a'_1\, b'_1\, c'_1 \ldots . k'_1) \\ \frac{B}{x_2}(a'_2\, b'_2\, c'_2 \ldots . k'_2) \\ \frac{C}{x_3}(a'_3\, b'_3\, c'_3 \ldots . k'_3) \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ \frac{K}{x_n}(a'_n\, b'_n\, c'_n \ldots . k'_n) \end{vmatrix},$$

waarin namelijk de vóór de opvolgende rijen geschreven factoren

$$\frac{A}{x_1}, \frac{B}{x_2}, \frac{C}{x_3}, \text{ enz., } \frac{K}{x_n}$$

telkens vóór ieder element op zich zelf der rij gedacht moeten worden. Let men nu op twee bijv. bij BALTZER, blz. 49—50 en blz. 52 onder, voorkomende eigenschappen van determinanten gevormd uit de coëfficiënten der elementen van een gegeven determinant, dan blijkt niet alleen de waarde van Δ zelf over te gaan in die van dezen nieuwen determinant, dat is in

$$\frac{A\,B\,C \ldots\, K}{x_1\, x_2\, x_3 \ldots . x_n} \cdot \Delta^{n-1},$$

maar tevens die van a'_1, a'_2, a'_3, enz., a'_n in de coëfficiënten van de opvolgende elementen $\frac{A}{x_1}(a'_1,\ b'_1,\ c'_1,$ enz., $k'_1)$ der eerste rij van dezen nieuwen determinant, dat is in

$$\frac{B\,C \ldots . K}{x_2\, x_3 \ldots . x_n} \cdot \Delta^{n-2}(a_1,\ b_1,\ c_1,\ \text{enz.},\ k_1),$$

terwijl men, evenzoo nagaande wat er van de coëfficiënten b' tot k' van de overige elementen van Δ wordt, deze uitkomsten kan zamenvatten door te zeggen dat de elementen van

$$\begin{vmatrix} \frac{A}{x_1}(a'_1\, a'_2 \ldots . a'_n) \\ \frac{B}{x_2}(b'_1\, b'_2 \ldots . b'_n) \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ \frac{K}{x_n}(k'_1\, k'_2 \ldots . k'_n) \end{vmatrix}$$

overgaan in de gelijkstandige elementen van

$$\frac{A\,B\,C \ldots . K}{x_1 x_2 x_3 \ldots . x_n} \cdot \Delta^{n-2} \begin{vmatrix} a_1\, b_1 \ldots . k_1 \\ a_2\, b_2 \ldots . k_2 \\ \ldots\ldots\ldots \\ a_n\, b_n \ldots . k_n \end{vmatrix}.$$

En wat eindelijk betreft de waarde van x_1, waarvoor uit de gegeven vergelijkingen volgt

$$\Delta \,.\, x_1 = \begin{vmatrix} A\, a_2 \ldots . a_n \\ B\, b_2 \ldots . b_n \\ \ldots\ldots\ldots \\ K\, k_2 \ldots . k_n \end{vmatrix}$$

of

$$x_1 = \frac{A\, a'_1 + B\, b'_1 + \text{enz.} + K\, k'_1}{\Delta},$$

deze x_1 gaat dus over, als men de termen van den teller beschouwt onder den vorm

$$\frac{A}{x_1} a'_1 \,.\, x_1,\ \frac{B}{x_2} b'_1 \,.\, x_2,\ \text{enz.},\ \frac{K}{x_n} k'_1 \,.\, x_n,$$

in

$$\frac{\dfrac{A\,B\,C \ldots . K}{x_1\, x_2\, x_3 \ldots . x_n} \cdot \Delta^{n-2} \cdot (a_1 x_1 + a_2 x_2 + \text{enz.} + a_n x_n)}{\dfrac{A\,B\,C \ldots . K}{x_1\, x_2\, x_3 \ldots . x_n} \cdot \Delta^{n-1}},$$

dat is, gelet op de eerste der gegeven vergelijkingen, in $\frac{A}{\Delta}$. Dit zoo zijnde, gaan x_2, x_3, enz., x_n evenzoo over in

$$\frac{B}{\Delta}, \frac{C}{\Delta}, \text{ enz.}, \frac{K}{\Delta}.$$

Derhalve, omdat de nieuwe a'_1, a'_2, a'_3, enz., a'_n evenredig gebleken zijn aan de oude a_1, b_1, c_1, enz., k_1, en de nieuwe x_1, x_2, x_3, enz., x_n evenredig aan de zoo vóór als na geldende A, B, C, enz., K, worden thans de afstanden op de eerste as door O, dat zijn de nieuwe afstanden op de eerste lijn door X, blijkens de meergenoemde aaneengeschakelde vergelijkingen in a evenredig aan de nieuwe waarden van

$$\frac{x_1}{a'_1}, \frac{x_2}{a'_2}, \frac{x_3}{a'_3}, \text{ enz.}, \frac{x_n}{a'_n},$$

dat is evenredig aan

$$\frac{A}{a_1}, \frac{B}{b_1}, \frac{C}{c_1}, \text{ enz.}, \frac{K}{k_1},$$

waardoor naar behooren hunne oorspronkelijke verhoudingen zijn teruggevonden en alzoo de wederkeerigheid der punten O en X werkelijk is bevestigd. Ten overvloede kan nog de onveranderlijkheid van A, en evenzoo die van B, C, enz, K blijken, doordien de nieuwe waarden van a en van x, gesubstitueerd in de eerste gegeven vergelijking, de identiteit

$$\frac{A}{x_1}\left(a'_1 \cdot \frac{A}{\Delta} + b'_1 \cdot \frac{B}{\Delta} + c'_1 \cdot \frac{C}{\Delta} + \text{enz.} + k'_1 \cdot \frac{K}{\Delta}\right) =$$

$$= \frac{A}{\Delta \cdot x_1}(A\,a'_1 + B\,b'_1 + C\,c'_1 + \text{enz.} + K\,k'_1) = A$$

opleveren.

Na deze uitweiding over het verband tusschen de beide punten O en X keeren wij tot ons eigenlijke onderwerp, de meetkundige oplossing van een gegeven stelsel lineaire vergelijkingen, terug. Hoe het wortelpunt X van dit stelsel, ook in de vlakke figuur, uitsluitend door het trekken van regte lijnen is af te leiden uit de wortelpunten van zekere stelsels van telkens minder vergelijkingen met minder onbe-

kenden, is naar wij meenen door het boven uiteengezette genoegzaam gebleken. Het is er echter verre af dat voor de constructie van dit punt X van de n^e orde de voorafgaande constructie van alle $\binom{2n}{n} - 1$ wortelpunten van de lagere orden, waarmede het in verband beschouwd werd, vereischt zou worden; en het zal wel niet verwonderen dat juist de groepering van alle wortelpunten in regte lijnen tot eene aanzienlijke besparing ten deze — althans indien men afziet van de anders mogelijke herhaalde verificatiën — kan leiden. Het eerst springt in het oog dat tot het vinden van X als gemeenschappelijk snijpunt van n lijnen, ieder dragende n wortelpunten van de $(n-1)^e$ orde, slechts twee dezer lijnen, onverschillig welke, ieder te bepalen door slechts twee der daarop liggende punten, noodig zijn. Stel, wij kiezen ter bepaling van de eerste dezer beide lijnen de boven door X_{a_1} en X_{a_2} aangeduide punten, ter bepaling van de tweede evenzeer de punten X_{b_1} en X_{b_2}; met andere woorden, wij vergenoegen ons, wat de $(n-1)^e$ orde betreft, met de wortelpunten van de vier stelsels, komende beurtelings door de rij en de kolom van een der vier elementen van den eersten minor der 2^e orde van Δ, namelijk

$$\begin{vmatrix} a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{vmatrix},$$

uit te sluiten. Ieder van deze vier wortelpunten der $(n-1)^e$ orde op zich zelf is dan evenzeer te bepalen door vier wortelpunten der $(n-2)^e$ orde, en dit zou alzoo in het geheel zestien punten van deze orde vorderen, ware niet eene zoodanige verbinding mogelijk waarbij sommige van deze zestien punten komen zamen te vallen: immers, indien men de thans telkens uit te sluiten twee rijen en twee kolommen uitsluitend neemt uit de drie eersten van Δ, zoodat bijv. X_{a_1} bepaald wordt als snijpunt van de lijn gaande door het wortelpunt $X_{a_1 b_2}$ (hetgeen behoort bij het stelsel waarin de rijen en de kolommen van de twee elementen a_1 en b_2 ontbreken) en door het wortelpunt $X_{a_1 b_3}$ met de

lijn der beide wortelpunten $X_{a_1 c_2}$ en $X_{a_1 c_3}$, en evenzoo voor X_{a_2}, X_{b_1}, X_{b_2}, en indien men daarbij opmerkt dat iedere twee alleen door verwisseling van rangnummers onderscheiden en daarom tot een zelfde stelsel vergelijkingen behoorende wortelpunten, zooals bijv. $X_{a_1 b_2}$ en $X_{a_2 b_1}$, slechts één punt vormen, dan blijken onder de bedoelde zestien wortelpunten der $(n-2)^e$ orde geene andere wezenlijk van elkander verschillende te kunnen voorkomen dan de negen aangeduid door de coëfficiënten der negen elementen van den eersten minor der 3e orde van Δ, namelijk

$$\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{vmatrix}.$$

Zoo voortgaande, daarbij telkens van elken laatstelijk beschouwden minor door bijvoeging van de vereischte elementen der volgende rij en der volgende kolom van Δ opklimmende tot den eersten minor van de naast hoogere orde, vindt men, in plaats van de viermaal zestien of vier-en-zestig wortelpunten der $(n-3)^e$ orde die bij den eersten aanblik noodig konden schijnen, slechts de zestien aangeduid door de coëfficiënten der zestien elementen van den eersten minor der 4e orde; enz. In één woord, het blijkt dat men op deze wijze kan volstaan met 2^2 wortelpunten van de $(n-1)^e$ orde, 3^2 van de $(n-2)^e$, 4^2 van de $(n-3)^e$, enz., n^2 van de 1e orde (zijnde deze laatsten weder niet anders dan alle n^2 van den aanvang af als gegevens op de n assen OX_1 tot OX_n uitgezette punten α, β, γ, enz., $\varkappa$), waarbij ten slotte nog gevoegd kan worden 1 wortelpunt van de 0de orde, namelijk de oorsprong O zelf; en het geheele aantal ter constructie van het hoofdwortelpunt X der n^e orde vereischte lagere wortelpunten bedraagt, in plaats van alle vroeger aanwezig bevondene $\binom{2n}{n} - 1$, mitsdien $1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 +$ enz. $+ n^2$ of $-$ zooals bijv. volgt uit de onderlinge gelijkstelling hetzij van de som der waarden die het eerste en het laatste lid der identiteit

$$n^2=\binom{n+1}{2}+\binom{n}{2}=\left\{\binom{n+2}{3}-\binom{n+1}{3}\right\}+\left\{\binom{n+1}{3}-\binom{n}{3}\right\}=$$
$$=\binom{n+2}{3}-\binom{n}{3}$$

opvolgend voor n, $n-1$, $n-2$, enz., 1 verkrijgt, hetzij van een vierde der overeenkomstige som in de identiteit

$$(2n)^2=\binom{2n+2}{3}-\binom{2n}{3}$$

— slechts

$$\binom{n+2}{3}+\binom{n+1}{3}=\frac{1}{4}\binom{2n+2}{3}=\frac{n(n+1)(2n+1)}{6}.$$

Tot zoover over de bepaling van het wortelpunt X zelf. Thans is de vraag aan de orde, hoe uit dit punt ook zijne coördinaten, dat zijn de aan de n gegeven vergelijkingen voldoende n onbekenden, te vinden. Was het in een of ander geval slechts om ééne of althans om weinige van deze onbekenden te doen, dan zou de volgende opmerking misschien zonder te veel omslag tot het doel leiden. Indien men uit het wortelpunt X eene lijn gelijk en evenwijdig aan eene zijner coördinaten, bijv. x_i, maar in tegengestelden zin trekt, dan is krachtens de beteekenis van het wortelpunt zelf het uiteinde dezer lijn tevens dat van de meetkundige som van al zijne overige coördinaten en moet daarom, hoe ook de met de bedoelde coördinaat x_i gelijknamige as OX_i van den beginne af gerigt worde, onafhankelijk van de rigting dezer as blijven. Dit brengt op het denkbeeld om voor hetzelfde stelsel van n gegeven vergelijkingen het wortelpunt in twee standen te construeren, behoorende namelijk bij onveranderde rigtingen van alle overige assen, maar bij twee verschillende rigtingen van de as OX_i; trekkende dan uit ieder dier wortelpunten eene lijn evenwijdig aan de bijbehoorende as OX_i, moet het snijpunt dezer beide lijnen gelijken afstand tot de beide wortelpunten hebben, gelijk namelijk aan de te vinden coördinaat

x_i zelve. Maar geldt het, zooals wel gewoonlijk het geval zal zijn, het vinden van alle onbekenden of zelfs maar van verscheidene daarvan, dan schijnt de herhaalde toepassing van de hier aangegeven handelwijze te bewerkelijk. Waarschijnlijk zal het dan in den regel wel zoo eenvoudig wezen, bij den eenmaal aangenomen stand van alle assen OX_1 tot OX_n niet alleen het wortelpunt X zelf, dat is het uiteinde der meetkundige som van al zijne coördinaten, op de boven omschreven wijze af te leiden uit de benoodigde overeenkomstige punten der lagere orden, maar, gelijk zal blijken mogelijk te zijn, geheel dezelfde bewerking ook toe te passen voor de uiteinden der meetkundige sommen van telkens slechts een gedeelte dierzelfde coördinaten, welke uiteinden wij, bij uitbreiding van het door het woord projectie zoowel in het platte vlak als in de ruimte aangeduide begrip, zonder bezwaar projectiën van het eigenlijke wortelpunt zullen mogen noemen. Voor iedere dergelijke projectie blijven die coördinaten van het wortelpunt, die als coördinaten der projectie zelve gebruikt worden, hare oorspronkelijke waarden onveranderd behouden, dus ook, in verband trouwens met de mede onveranderde overige coördinaten van het wortelpunt — al zijn de met deze laatsten gelijknamige coördinaten der projectie in nul overgegaan — aan de n oorspronkelijk gegeven vergelijkingen voldoen. Terwijl alzoo deze vergelijkingen, waarin men de voor de projectie niet gebezigde coördinaten niet als nullen, maar als van de projectie onafhankelijke en daarvoor onverschillige grootheden heeft op te vatten, onveranderd van kracht blijven, moeten daarentegen in de drie daaraan ter bepaling van de nieuwe coördinaten X, Y, Z toegevoegde, evenals in de later ter sprake gekomen vierde vergelijking voor W en in de meerdere dergelijke, de termen afkomstig van de niet bij de projectie behoorende coördinaten weggelaten worden en vereenvoudigen al deze toegevoegde en ieder voor zich oorspronkelijk volledige vergelijkingen zich dus tot onvollepige. Met andere woorden, het geheele zamenstel van alle op de projectie betrekkelijke, zoo gegeven als toegevoegde, vergelijkingen komt uit het overeenkomstige vroeger voor

het wortelpunt zelf gebruikte geheele zamenstel te voorschijn door daarin eenvoudig alle coëfficiënten λ, μ, ν, π, enz. van de niet bij de projectie behoorende coördinaten gelijk nul te stellen; maar, wanneer men er nu op let dat alle vroegere beredeneringen en besluiten ten aanzien van het verband tusschen het wortelpunt X van het gegeven stelsel vergelijkingen en de wortelpunten van de daaruit afgeleide stelsels geheel onafhankelijk van de bijzondere waarden der coëfficiënten λ, μ, ν, π, enz. zijn kunnen bijgebragt worden, dan blijkt dit in nul overgaan van sommige dier coëfficiënten, indien slechts overigens de nieuwe afgeleide stelsels uit het nieuwe gegeven stelsel op dezelfde wijze te voorschijn komen als vroeger, niets aan de blijvende geldigheid dier besluiten te kort te kunnen doen. Men is alzoo in het algemeen geregtigd iedere projectie van het wortelpunt X uit het netwerk der gelijknamige projectiën van de wortelpunten van lagere orde te construeren letterlijk op dezelfde wijze als het wortelpunt X zelf uit die lagere wortelpunten zelve. De toepassing overigens van dezen projectivischen regel, die in het aanvankelijk door de snijding van drie platte vlakken zelfstandig behandelde geval $n = 3$ op grond van de leerwijzen der beschrijvende meetkunde dadelijk aanschouwelijk is, wordt voor het vinden van ieder der coördinaten x_1 tot x_n niet telkens op nieuw vereischt: men kan, om een voorbeeld te noemen, volstaan met de construktie door middel daarvan van de uiteinden der meetkundige sommen van x_1 en x_2, van x_3 en x_4, van x_5 en x_6, enz., daar ieder dezer sommen zich eenvoudig door een parallelogram op de overeenkomstige assen in hare beide coördinaten laat ontbinden. Toch zal misschien de noodzakelijkheid om, op deze wijze te werk gaande, wel telkens eene soortgelijke constructie, maar met uitsluiting van den beginne af van andere coördinaten, te herhalen, en de mindere overzigtelijkheid die daardoor de bewerking voor alle coördinaten in haar geheel alligt verkrijgt, dikwijls de voorkeur doen geven aan eene andere verbinding waarbij de onderdeelen van die bewerking zich meer regelmatig en trapsgewijze aanéénscha-

kelen: wij bedoelen de bepaling niet alleen van het hoofdwortelpunt X zelf, maar ook van diegene zijner projectiën waarbij bijv. in teruggaande volgorde telkens op nieuw eene zijner coördinaten wordt uitgesloten, met andere woorden dus de opvolgende bepaling van de uiteinden der meetkundige sommen van x_1 tot x_n, van x_1 tot x_{n-1}, van x_1 tot x_{n-2}, enz., eindelijk van x_1 en x_2, welk laatste uiteinde zooals gezegd door een parallelogram dadelijk de beide eerste coördinaten of onbekenden x_1 en x_2 afzonderlijk doet kennen, terwijl dan verder x_3 tot x_n niet anders zijn dan de verbindingslijnen der genoemde uiteinden in omgekeerde orde.

Het verdient opmerking dat, wanneer men op deze wijze te werk gaat, niet alleen, zooals natuurlijk is, de uitkomst, maar ook de volledige uit de beschouwing der zoogenaamde projectiën afgeleide bewerking zelve in allen deele zamenvalt met die waarvan men zich, uitgaande van een geheel ander beginsel, rekenschap kan geven: uitgaande namelijk van wat men, in denzelfden geest als bij de twee eerste oplossingswijzen van dezelfde gegeven lineaire vergelijkingen in den aanvang van dit opstel — al werden toen die vergelijkingen op geheel andere wijzen in teekening gebragt, want toen stemde met ieder der vergelijkingen, thans met ieder der onbekenden, eene der aangenomen assen overeen — meetkundige eliminatie zou kunnen noemen. Wij zullen deze overeenstemming in het geheele verloop der twee bedoelde handelwijzen niet in het algemeen aantoonen, maar ons er toe bepalen daarvan te doen blijken in het geval van vier vergelijkingen met vier onbekenden, door welk voorbeeld naar wij meenen tegelijkertijd een voldoend overzigt zal gegeven worden ook voor de bij hoogere waarden van n vereischte constructiën, hetzij men die uit projectie of uit eliminatie wenscht af te leiden. De op te lossen vergelijkingen, die wij evenals in den aanvang weder door de enkele letters (a) enz. aanwijzen, zijn in dat geval:

$$a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_4 x_4 = A, \ldots\ldots (a)$$
$$b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 = B, \ldots\ldots (b)$$
$$c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3 + c_4 x_4 = C, \ldots\ldots (c)$$
$$d_1 x_1 + d_2 x_2 + d_3 x_3 + d_4 x_4 = D; \ldots\ldots (d)$$

haar wortelpunt X (van de 4e orde) bepalen wij als boven in het algemeen voor willekeurige n door de vier wortelpunten, thans van de 3e orde, X_{a_1}, X_{a_2}, X_{b_1}, X_{b_2}, welke bewerking wij — hier en verder door vier binnen eene accolade vermelde punten het snijpunt verstaande van de regte lijn der twee bovenste met die der twee onderste punten — schematisch aldus voorstellen:

$$X = \begin{Bmatrix} X_{a_1}, & X_{a_2} \\ X_{b_1}, & X_{b_2} \end{Bmatrix};$$

weder als boven bepalen wij het eerste dezer vier punten door de vier toen reeds genoemde wortelpunten der 2e orde, namelijk

$$X_{a_1} = \begin{Bmatrix} X_{a_1 b_2}, & X_{a_1 b_3} \\ X_{a_1 c_2}, & X_{a_1 c_3} \end{Bmatrix},$$

en doen wij voor X_{a_2}, X_{b_1}, X_{b_2} telkenmale het dergelijke; nogmaals schrijven wij in denzelfden geest

$$X_{a_1 b_2} = \begin{Bmatrix} X_{a_1 b_2 c_3}, & X_{a_1 b_2 c_4} \\ X_{a_1 b_2 d_3}, & X_{a_1 b_2 d_4} \end{Bmatrix}$$

en denken ons dat ook ieder der andere voorkomende punten der 2e orde op dezelfde wijze van vier wortelpunten der 1e orde afhankelijk wordt gemaakt. Gaan wij dan achterwaarts tot substitutie van deze verschillende formulen in elkander over en nemen wij daarbij, hoofdzakelijk met het oog op het verder volgende, in plaats van de voorgaande notatie voor de wortelpunten liever diegene aan die voortvloeit uit de oorspronkelijke aanduiding van de wortelpunten der 1e orde, dat zijn de gegeven punten α, β, γ, enz., $\varkappa$ op de assen OX_1 tot OX_n, in dier voege dat bijv. het punt der 1e orde $X_{a_1 b_2 c_3}$, dat wil zeggen het door de afgeknotte vergelijking $d_4 x_4 = D$ of $x_4 = \frac{D}{d_4} = O\delta_4$ bepaalde punt δ_4, door deze letter zelve wordt aangeduid, en evenzoo voor de overigen, dan kunnen wij voor het hoofdwortelpunt X schrijven:

$$X = (\alpha\,\beta\,\gamma\,\delta)_{1234} = \begin{Bmatrix} (\beta\,\gamma\,\delta)_{234}, & (\beta\,\gamma\,\delta)_{134} \\ (\alpha\,\gamma\,\delta)_{234}, & (\alpha\,\gamma\,\delta)_{134} \end{Bmatrix} =$$

$$= \begin{Bmatrix} \begin{Bmatrix} (\gamma\,\delta)_{34}, & (\gamma\,\delta)_{24} \\ (\beta\,\delta)_{34}, & (\beta\,\delta)_{24} \end{Bmatrix}, & \begin{Bmatrix} (\gamma\,\delta)_{34}, & (\gamma\,\delta)_{14} \\ (\beta\,\delta)_{34}, & (\beta\,\delta)_{14} \end{Bmatrix} \\ \begin{Bmatrix} (\gamma\,\delta)_{34}, & (\gamma\,\delta)_{24} \\ (\alpha\,\delta)_{34}, & (\alpha\,\delta)_{24} \end{Bmatrix}, & \begin{Bmatrix} (\gamma\,\delta)_{34}, & (\gamma\,\delta)_{14} \\ (\alpha\,\delta)_{34}, & (\alpha\,\delta)_{14} \end{Bmatrix} \end{Bmatrix} =$$

$$= \begin{Bmatrix} \begin{Bmatrix} \begin{pmatrix} \delta_4, & \delta_3 \\ \gamma_4, & \gamma_3 \end{pmatrix}, & \begin{pmatrix} \delta_4, & \delta_2 \\ \gamma_4, & \gamma_2 \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} \delta_4, & \delta_3 \\ \beta_4, & \beta_3 \end{pmatrix}, & \begin{pmatrix} \delta_4, & \delta_2 \\ \beta_4, & \beta_2 \end{pmatrix} \end{Bmatrix}, & \begin{Bmatrix} \begin{pmatrix} \delta_4, & \delta_3 \\ \gamma_4, & \gamma_3 \end{pmatrix}, & \begin{pmatrix} \delta_4, & \delta_1 \\ \gamma_4, & \gamma_1 \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} \delta_4, & \delta_3 \\ \beta_4, & \beta_3 \end{pmatrix}, & \begin{pmatrix} \delta_4, & \delta_1 \\ \beta_4, & \beta_1 \end{pmatrix} \end{Bmatrix} \\ \begin{Bmatrix} \begin{pmatrix} \delta_4, & \delta_3 \\ \gamma_4, & \gamma_3 \end{pmatrix}, & \begin{pmatrix} \delta_4, & \delta_2 \\ \gamma_4, & \gamma_2 \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} \delta_4, & \delta_3 \\ \alpha_4, & \alpha_3 \end{pmatrix}, & \begin{pmatrix} \delta_4, & \delta_2 \\ \alpha_4, & \alpha_2 \end{pmatrix} \end{Bmatrix}, & \begin{Bmatrix} \begin{pmatrix} \delta_4, & \delta_3 \\ \gamma_4, & \gamma_3 \end{pmatrix}, & \begin{pmatrix} \delta_4, & \delta_1 \\ \gamma_4, & \gamma_1 \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} \delta_4, & \delta_3 \\ \alpha_4, & \alpha_3 \end{pmatrix}, & \begin{pmatrix} \delta_4, & \delta_1 \\ \alpha_4, & \alpha_1 \end{pmatrix} \end{Bmatrix} \end{Bmatrix},$$

in welk schema wij volgens het vroeger gezegde werkelijk slechts vier van de zestien bestaande wortelpunten der 3e orde en negen van de zes-en-dertig der 2e orde aantreffen, welke negen laatsten onmiddellijk bekend worden als snijpunten van de aangewezen verbindingslijnen der zestien gegeven wortelpunten van de 1e orde. Alsnu overgaande tot de bepaling van die projectie van het genoemde hoofdwortelpunt waarbij alleen de coördinaat x_4 wordt uitgesloten, duiden wij in de eerste plaats door toevoeging telkens van een accent de evenwijdig aan de as $O\,X_4$ genomen projectiën aan van de punten $(\gamma\,\delta)_{34}$, $(\beta\,\delta)_{34}$, $(\alpha\,\delta)_{34}$ op $O\,X_3$, van de punten $(\gamma\,\delta)_{24}$, $(\beta\,\delta)_{24}$, $(\alpha\,\delta)_{24}$ op $O\,X_2$, van de punten $(\gamma\,\delta)_{14}$, $(\beta\,\delta)_{14}$, $(\alpha\,\delta)_{14}$ op $O\,X_1$ (dat zijn dus deze punten zelve wanneer men daarvoor telkens de coördinaat x_4 achterwege laat), en verder evenzeer door toevoeging van een accent de punten, uit deze projectiën afgeleid geheel op dezelfde wijze als de oorspronkelijke wortelpunten der 3e orde uit de overeenkomstige evengenoemde der 2e orde, zoodat bijv.

$$X'_{a_1} = (\beta\,\gamma\,\delta)'_{234} = \begin{Bmatrix} (\gamma\,\delta)'_{34}, & (\gamma\,\delta)'_{24} \\ (\beta\,\delta)'_{34}, & (\beta\,\delta)'_{24} \end{Bmatrix}$$

is enz., dan laat zich de bedoelde projectie van X aldus voorstellen:

$$X' = (\alpha\beta\gamma\delta)'_{123} = \begin{Bmatrix} (\beta\gamma\delta)'_{234}, & (\beta\gamma\delta)'_{134} \\ (\alpha\gamma\delta)'_{234}, & (\alpha\gamma\delta)'_{134} \end{Bmatrix} =$$

$$= \left\{ \begin{matrix} \begin{Bmatrix} (\gamma\delta)'_{34}, & (\gamma\delta)'_{24} \\ (\beta\delta)'_{34}, & (\beta\delta)'_{24} \end{Bmatrix}, & \begin{Bmatrix} (\gamma\delta)'_{34}, & (\gamma\delta)'_{14} \\ (\beta\delta)'_{34}, & (\beta\delta)'_{14} \end{Bmatrix} \\ \begin{Bmatrix} (\gamma\delta)'_{34}, & (\gamma\delta)'_{24} \\ (\alpha\delta)'_{34}, & (\alpha\delta)'_{24} \end{Bmatrix}, & \begin{Bmatrix} (\gamma\delta)'_{34}, & (\gamma\delta)'_{14} \\ (\alpha\delta)'_{34}, & (\alpha\delta)'_{14} \end{Bmatrix} \end{matrix} \right\},$$

in welk schema bij vergelijking met dat voor X zelf de overname met accenten van het laatste lid van X niet te pas kwam, omdat dit lid alleen de op de assen OX_1, OX_2, OX_3, OX_4 liggende wortelpunten der 1e orde bevat die aan geene eigenlijke projectie behooren te worden onderworpen. Treedt men nu nog een stap terug door bovendien de coördinaat x_3 uit te sluiten en onderscheidt men daarbij door toevoeging van nog een accent de evenwijdig aan OX_3 genomen projectiën van de evengevonden punten $(\beta\gamma\delta)'_{234}$ en $(\alpha\gamma\delta)'_{234}$ op OX_2 en van de punten $(\beta\gamma\delta)'_{134}$ en $(\alpha\gamma\delta)'_{134}$ op OX_1, (zoodat dit projecteren ook voor deze punten weder nederkomt op het weglaten van hunne coördinaten x_3), dan heeft men ter voorstelling van die projectie van het hoofdwortelpunt waarvoor alleen de coördinaten x_1 en x_2 zijn bijbehouden het schema:

$$X'' = (\alpha\beta\gamma\delta)''_{12} = \begin{Bmatrix} (\beta\gamma\delta)''_{234}, & (\beta\gamma\delta)''_{134} \\ (\alpha\gamma\delta)''_{234}, & (\alpha\gamma\delta)''_{134} \end{Bmatrix},$$

dat om soortgelijke reden als zoo even weder een lid minder bevat. En eindelijk kan men volledigheidshalve dit overzigt van de teruggaande projectiën van meergenoemd punt afsluiten door de volgende aanwijzing voor het op de as OX_1 liggende uiteinde van de enkele coördinaat x_1:

$$X''' = (\alpha\beta\gamma\delta)'''_1,$$

waarin het bijgekomen derde accent het evenwijdig aan OX_2 projecteren van het punt $(\alpha\beta\gamma\delta)''_{12}$ of X'' op OX_1, dat is het weglaten van de coördinaat x_2, beteekent.

Wanneer wij thans, afstappende van de beschouwing der opvolgende projectiën, overgaan tot wat wij straks reeds noemden de meetkundige eliminatie-methode voor de oplossing van onze vergelijkingen, komt het er in de eerste plaats op aan om, evenals wij in den aanvang van dit opstel deden voor de beide toen gebezigde wijzen van voorstelling dier vergelijkingen, na te gaan hoe in het algemeen voor de resulterende van twee der gegeven vergelijkingen een meetkundig beeld te vormen van dezelfde soort als het voor ieder der gegeven vergelijkingen zelve aangenomene. Beschouwen wij daartoe weder bijv. de toenmaals nedergeschreven resulterende, ontstaande door eliminatie van de laatste onbekende x_n tusschen de eerste vergelijking, in a, en de laatste, in k, dan is dus thans de vraag hoe de op de aangenomen assen OX_1 tot OX_{n-1} (hetzij in de ruimte of in één plat vlak) uit te zetten waarden, die ieder der onbekenden x_1 tot x_{n-1} in deze resulterende vergelijking verkrijgt wanneer men daarin telkens alle overige onbekenden gelijk nul stelt, door constructie zijn af te leiden uit de overeenkomstige waarden die voor alle onbekenden x_1 tot x_n op alle assen OX_1 tot OX_n als gegevens voor de beide genoemde vergelijkingen voorkomen; met andere woorden, hoe uit de beide gegeven n-hoeken met hoekpunten op de assen OX_1 tot OX_n, die de vergelijkingen (a) en (k) meetkundig voorstellen, is af te leiden wat wij zullen noemen hun ten aanzien van OX_n resulterende $(n-1)$-hoek met hoekpunten op OX_1 tot OX_{n-1}, die op dezelfde wijze de ten aanzien van x_n resulterende vergelijking $(a\,k)$ of (a') voorstelt. Ter beantwoording van de hier gestelde vraag bedenke men dat, of men regtstreeks uit deze vergelijking (a') zelve, die wij voluit onder den vorm $a'_1x_1 + a'_2x_2 + a'_3x_3 +$ enz. $+ a'_{n-1}x_{n-1} = A'$ schrijven, bijv. de waarde $O\alpha'_1 = \frac{A'}{a'_1}$ van x_1 bepaalt, komende door daarin alle overige onbekenden x_2 tot x_{n-1} gelijk nul te nemen, dan wel of men, alvorens (a') door eliminatie van x_n tusschen (a) en (k) op te maken, eerst in deze beide laatsten zelve evenzeer x_2 tot x_{n-1} gelijk nul genomen had en dan tot de eliminatie van x_n tusschen d

aldus vereenvoudigde vergelijkingen $a_1 x_1 + a_n x_n = A$ en $k_1 x_1 + k_n x_n = K$, dat wil zeggen tot de oplossing van x_1 uit deze beiden was overgegaan, dit op de bedoelde waarde

$$x_1 = O\alpha'_1 = \frac{A'}{a'_1} = \frac{A - \frac{a_n}{k_n} K}{a_1 - \frac{a_n}{k_n} k_1}$$

(zie de resulterende vergelijking in den aanhef dezes) geen invloed kan hebben. En bedenkt men nu verder dat die vereenvoudigde vergelijkingen blijkbaar de overeenkomstige door

$$\left(O\alpha_1 = \frac{A}{a_1},\ O\alpha_n = \frac{A}{a_n} \right)$$

en door

$$\left(O\varkappa_1 = \frac{K}{k_1},\ O\varkappa_n = \frac{K}{k_n} \right)$$

bepaalde zijden $\alpha_1 \alpha_n$ en $\varkappa_1 \varkappa_n$ der twee n-hoeken (α) en $(\varkappa)$ voorstellen, wier snijpunt dus de gevonden $O\alpha'_1$ tot coördinaat x_1 heeft, en dat overigens voor ieder der assen OX_2 tot OX_{n-1} het dergelijke moet gelden als voor de as OX_1, dan komt men tot dezen zoowel in de ruimte als in het platte vlak geldigen eliminatieregel : De hoekpunten van den ten aanzien eener as OX_n resulterenden $(n-1)$-hoek $(\alpha\,\varkappa)$ of (α') van twee gegeven n-hoeken (α) en $(\varkappa)$ zijn niet anders dan de evenwijdig aan deze as OX_n genomen projectiën van het snijpunt der overeenkomstige zijden $\alpha_1 \alpha_n$ en $\varkappa_1 \varkappa_n$ op de as OX_1, van dat van $\alpha_2 \alpha_n$ en $\varkappa_2 \varkappa_n$ op OX_2, van dat van $\alpha_3 \alpha_n$ en $\varkappa_3 \varkappa_n$ op OX_3, enz., van dat van $\alpha_{n-1} \alpha_n$ en $\varkappa_{n-1} \varkappa_n$ op OX_{n-1}. Deze regel, die natuurlijk ook van toepassing is vooreerst op ieder der overige resulterende vergelijkingen van de eerste orde $(b\,k)$ of (b'), $(c\,k)$ of (c'), enz., $(h\,k)$ of (h'), $(i\,k)$ of (i'), daarna op die der tweede orde $(a'\,i') = (a'')$, enz., $(h'\,i') = (h'')$, en in het algemeen op die van alle hoogere orden zooals $(a''\,h'') = (a''')$ enz., of meetkundig op de overige resulterende $(n-1)$-hoeken $(\beta\,\varkappa)$ of (β') tot $(\iota\,\varkappa)$ of (ι'), op de uit (α') en uit dezen

weder resulterende $(n-2)$-hoeken $(\alpha'\,\iota')$ of (α'') enz., en in het algemeen op alle nog verdere lagere veelhoeken waardoor de resulterende vergelijkingen opvolgend worden afgebeeld, geeft tevens juist den sleutel ter verklaring van de boven vermelde identiteit der projectie- en der eliminatie-methode. Meer in het bijzonder overgaande tot de toepassing van dien regel op het geval van de zoo straks voluitgeschreven en reeds door projectie behandelde vier vergelijkingen (a), (b), (c) en (d), stellen wij hare drie resulterenden van de eerste orde, komende door x_4 te elimineren tusschen (d) en opvolgend ieder der voorgaanden, voor door:

$$\begin{aligned} a'_1\,x_1 + a'_2\,x_2 + a'_3\,x_3 &= A', \;\ldots\; (a\,d) = (a') \\ b'_1\,x_1 + b'_2\,x_2 + b'_3\,x_3 &= B', \;\ldots\; (b\,d) = (b') \\ c'_1\,x_1 + c'_2\,x_2 + c'_3\,x_3 &= C'; \;\ldots\; (c\,d) = (c') \end{aligned}$$

verder de twee resulterenden van de tweede orde, komende door nu weder x_3 te elimineren tusschen (c') en ieder der beide voorgaanden, door:

$$\begin{aligned} a''_1\,x_1 + a''_2\,x_2 &= A'', \;\ldots\ldots\; (a'\,c') = (a'') \\ b''_1\,x_1 + b''_2\,x_2 &= B''; \;\ldots\ldots\; (b'\,c') = (b'') \end{aligned}$$

eindelijk de enkele resulterende van de derde orde, te vinden door nogmaals x_2 te elimineren tusschen deze (b'') en (a''), door:

$$a'''_1\,x_1 = A'''; \;\ldots\ldots\ldots\; (a''\,b'') = (a''')$$

terwijl wij ook de notatie voor de hoekpunten der bijbehoorende resulterende drie driehoeken, twee tweehoeken en één éénhoek in verband hiermede en met de notatie voor de gegeven vier vierhoeken regelen door bijv.

$$O\,\alpha'_1 = \frac{A'}{a'_1},\quad O\,\alpha''_1 = \frac{A''}{a''_1},\quad O\,\alpha'''_1 = \frac{A'''}{a'''_1}$$

te nemen en evenzoo voor de overigen. Dit doende, kunnen wij bij de tegenwoordige handelwijze het schema voor de bepaling van het hoofdwortelpunt X van onze vier gegeven vergelijkingen (a), (b), (c), (d) in allen deele onver-

anderd aanhouden zooals het boven bij de eerste handelwijze volledig werd uitgeschreven, en hebben wij verder in overeenstemming daarmede voor de wortelpunten der opvolgende resulterende stelsels (a'), (b'), (c'), en (a''), (b''), en (a'''), dat wil zeggen voor de uiteinden der meetkundige sommen van de coördinaten x_1, x_2, x_3, en van x_1, x_2, en van x_1 op zich zelve, dat wil zeggen voor de boven door X' en X'' en X''' aangeduide teruggaande projectiën van het hoofdwortelpunt X, als volgt te schrijven:

$$X'=(\alpha'\beta'\gamma')_{123}=\begin{Bmatrix}(\beta'\gamma')_{23},(\beta'\gamma')_{13}\\(\alpha'\gamma')_{23},(\alpha'\gamma')_{13}\end{Bmatrix}=\begin{Bmatrix}\begin{pmatrix}\gamma'_3,&\gamma'_2\\\beta'_3,&\beta'_2\end{pmatrix},\begin{pmatrix}\gamma'_3,&\gamma'_1\\\beta'_3,&\beta'_1\end{pmatrix}\\\begin{pmatrix}\gamma'_3,&\gamma'_2\\\alpha'_3,&\alpha'_2\end{pmatrix},\begin{pmatrix}\gamma'_3,&\gamma'_1\\\alpha'_3,&\alpha'_1\end{pmatrix}\end{Bmatrix},$$

en

$$X''=(\alpha''\,\beta'')_{12}=\begin{pmatrix}\beta''_2,&\beta''_1\\\alpha''_2,&\alpha''_1\end{pmatrix},$$

en

$$X'''=\alpha'''_1.$$

En om zich nu te vergewissen dat deze punten X', X'' en X''' thans door werkelijk geheel dezelfde constructie te voorschijn komen als vroeger, neme men slechts in aanmerking dat krachtens den gevonden eliminatieregel vooreerst bijv. het tegenwoordige punt γ'_3 de evenwijdig aan OX_4 genomen projectie is van het snijpunt van $\gamma_3\gamma_4$ met $\delta_3\delta_4$, of van het punt $(\gamma\delta)_{34}$, op OX_3, dat is het boven door $(\gamma\delta)'_{34}$ voorgestelde punt, en evenzoo voor de soortgelijken; ten tweede bijv. het tegenwoordige punt β''_2 de evenwijdig aan OX_3 genomen projectie van het snijpunt van $\beta'_2\beta'_3$ met $\gamma'_2\gamma'_3$, of van het tegenwoordige punt $(\beta'\gamma')_{23}$, of van het vroegere $(\beta\gamma\delta)'_{234}$, op OX_2, dat is het boven door $(\beta\gamma\delta)''_{234}$ voorgestelde punt, en weder evenzoo voor de dergelijken; ten derde eindelijk het thans α'''_1 of X''' genoemde punt de evenwijdig aan OX_2 genomen projectie van het snijpunt van $\alpha''_1\alpha''_2$ met $\beta''_1\beta''_2$, of van het tegenwoordige punt $(\alpha''\beta'')_{12}$ of X'', of van het vroegere $(\alpha\beta\gamma\delta)''_{12}$, op OX_1, dat is het boven door $(\alpha\beta\gamma\delta)'''_1$ aangeduide zelfde punt X'''.

Ten slotte teekenen wij nog aan dat de oplossing in haar geheel voor een willekeurig aantal n onbekenden waarschijnlijk het beknoptst wordt wanneer men, na door herhaalde toepassing van den gevonden eliminatieregel uit de hoekpunten van de n gegeven n-hoeken die van de $n-1$ resulterende $(n-1)$-hoeken, uit deze weder die van de $n-2$ resulterende $(n-2)$-hoeken, enz. tot eindelijk die van de twee resulterende tweehoeken, dat wil zeggen de eindpunten van de twee regte lijnen bepaald te hebben, wier snijpunt, de beide eerste onbekenden x_1 en x_2 tot coördinaten hebbende, deze dadelijk aanwijst — met andere woorden, na opvolgend alle assen $0X_n$, $0X_{n-1}$, enz. tot en met $0X_2$ geëlimineerd te hebben — uit deze beide onbekenden eveneens door herhaalde toepassing van de volgende eenvoudige constructie weder opklimt eerst tot x_3, dan tot x_4, enz., eindelijk tot x_n, of, wat hetzelfde zegt, de wortelpunten der genoemde stelsels van resulterende veelhoeken in omgekeerde volgorde, en zoodoende ten slotte ook dat van de n gegeven n-hoeken zelf, terugvindt. Bij iederen stap namelijk van de bedoelde opklimmende bewerking, stel bijv. nadat reeds de onbekenden x_1, x_2, x_3, enz., tot x_{m-1} gevonden zijn, kan men zeggen — wanneer men eene willekeurige keus doet van één der m resulterende m-hoeken, die allen in den loop der zoo even geschetste volledige eliminatie ter bepaling van x_1 en x_2 toch reeds als noodzakelijke onderdeelen te voorschijn kwamen, en wanneer men de bekende afstanden der op de assen $0X_1$, $0X_2$, $0X_3$, enz., $0X_m$ liggende hoekpunten van dien m-hoek tot den oorsprong 0 aanwijst bijv. door ϱ_1, ϱ_2, ϱ_3, enz., ϱ_m — dat het geldt het in teekening brengen van de aan eene vergelijking van den vorm

$$\frac{x_1}{\varrho_1} + \frac{x_2}{\varrho_2} + \frac{x_3}{\varrho_3} + \text{enz.} + \frac{x_{m-1}}{\varrho_{m-1}} + \frac{x_m}{\varrho_m} = 1$$

voldoende onbekende x_m. En daartoe is het slechts noodig een veelhoek $y_1\, y_2\, y_3 \ldots y_{m-1}\, x_m$ te construeren (Fig. 4) waarvan, uitgaande van het met ϱ_1 zamenvallende hoekpunt y_1, de opvolgende zijden evenwijdig zijn aan die van den

bekenden veelhoek $\varrho_1 \varrho_2 \varrho_3 \ldots \varrho_{m-1} \varrho_m$ en de opvolgende hoekpunten liggen op de zijden of verlengde zijden van den eveneens bekenden veelhoek $O x_1 x_2 x_3 \ldots x_{m-1}$ en op de uit diens laatste hoekpunt x_{m-1} evenwijdig aan de as OX_m getrokken lijn; want, stellende de afstanden $x_1 y_1$, $x_2 y_2$, $x_3 y_3$, enz., $x_{m-1} y_{m-1}$ opvolgend voor door y_1, y_2, y_3, enz., y_{m-1}, geeft dan de som der vergelijkingen

$$\frac{x_1+y_1}{\varrho_1}=1,\ \frac{x_2+y_2}{\varrho_2}=\frac{y_1}{\varrho_1},\ \frac{x_3+y_3}{\varrho_3}=\frac{y_2}{\varrho_2},\ \text{enz.},\ \frac{x_{m-1}+y_{m-1}}{\varrho_{m-1}}=\frac{y_{m-2}}{\varrho_{m-2}}$$

$$\text{en}\ \frac{x_m}{\varrho_m}=\frac{y_{m-1}}{\varrho_{m-1}}$$

werkelijk de gestelde vergelijking

$$\frac{x_1}{\varrho_1}+\frac{x_2}{\varrho_2}+\frac{x_3}{\varrho_3}+\text{enz.}+\frac{x_{m-1}}{\varrho_{m-1}}+\frac{x_m}{\varrho_m}=1.$$

Overigens valt deze algemeene constructie voor $m=2$ weder zamen met hetgeen de analytische meetkunde leert over de vergelijking eener regte lijn, en voor $m=3$ met de leerwijze der beschrijvende meetkunde om een willekeurig punt van een gegeven plat vlak uit eene zijner projectiën te bepalen.

De Hoogleeraar Dr. C. A. Scheltema te Delft maakte mij opmerkzaam op hetgeen over het onderwerp van dit opstel voorkomt in de *Leçons de statique graphique, par* A. Favaro, *traduites par* P. Terrier; 2e *Partie, Calcul graphique*, 1885. Hoofdzakelijk is dit te vinden in het *Appendice du traducteur au chapitre* VI, blz. 208—250, en wel bepaaldelijk in *B. Résolution graphique des équations*, blz. 224—250. In de eerste plaats kan het misschien van nut zijn, de in eene noot aldaar aangehaalde litteratuur hier over te nemen; zij is de volgende: Chasles, *Géométrie supérieure*, 2e Ed., 1880, p. 209—213; G. Fouret, *Comptes rendus*, T. 80, p. 550, en *Bulletin de l'Association française, Congrès de Nantes*, 1875; Briot et Bouquet, *Leçons nouvelles de géométrie analytique*, 2e Ed., p. 234—244; Desboves, *Questions de géométrie*, 1870, en *Questions de*

trigonométrie, 1872; DE ROOS, *Aperçu cinématique, traduit par* ALB. KAPTEYN, dans la *Revue universelle des mines*, 1877; LALANNE, *Comptes rendus*, T. 81, p. 1186—1188 en 1243—1246, T. 82, p. 1487—1490, T. 87, p. 157—159, en *Notices pour l'exposition de Melbourne*, 1880, p. 386—392. In de tweede plaats moge vermeld worden dat hetgeen aan mijn onderwerp verwant is meer in het bijzonder voorkomt in de onderafdeeling VIII van evengenoemde afdeeling *B*, namelijk VIII. *Résolution de n équations du premier degré à n inconnues par les méthodes de fausse position*, blz. 224—232 (nos. 155—160), waarvan de blz. 224—229 (nos. 155—158) de oplossing geven (zooals gezegd door »fausse position"), op evenwijdige assen, van een stelsel vergelijkingen van den vorm $\lambda_1 x_1 + \mu_1 x_2 + \nu_1 = 0$, $\lambda_2 x_2 + \mu_2 x_3 + \nu_2 = 0$, $\lambda_3 x_3 + \mu_3 x_4 + \nu_3 = 0$, enz., $\lambda_n x_n + \mu_n x_1 + \nu_n = 0$, onder opmerking dat n willekeurige lineaire vergelijkingen met n onbekenden door voorafgaande behoorlijke optellingen steeds tot dezen vorm te herleiden zijn; terwijl de blz. 229—232 (nos. 159—160) de oplossing van FOURET bevatten, ook door »fausse position" en ook op evenwijdige assen — aldaar wordt nog aangehaald FOURET in *Annales des ponts et chaussées*, 1876, 1er Sem., p. 473 — van het stelsel voorkomende bij de toepassing van het zoogenaamde theorema der drie momenten in de leer van in meer dan twee punten ondersteunde veerkrachtige staven, namelijk $2(a_1 + a_2) x_1 + a_2 x_2 = p_1$, $a_2 x_1 + 2(a_2 + a_3) x_2 + a_3 x_3 = p_2$, enz., $a_n x_{n-1} + 2(a_n + a_{n+1}) x_n = p_n$, waartoe ook willekeurige lineaire vergelijkingen steeds te herleiden zijn. Eene regtstreeksche graphische behandeling evenwel van een willekeurig lineair stelsel, zonder behulp van voorafgaande vereenvoudigende algebraïsche vervorming, heb ik in het genoemde werk van FAVARO-TERRIER niet aangetroffen.

Door ons medelid Dr. CH. M. SCHOLS werd nog mijne aandacht gevestigd op eene graphische oplossing van vier lineaire vergelijkingen met vier onbekenden, voorkomende in eene in het *Tijdschrift van het koninklijk Instituut van Ingenieurs*, 1885—1886, 2e Aflev., 2e gedeelte, blz. 124—128 en plaat 11, opgenomen verhandeling van den Heer

J. C. DYXHOORN, over »Het bepalen der indicateur-diagrammen van eene compound-machine". Die vier vergelijkingen bevatten ieder, gelijk de n zoo even vermelde met de coëfficiënten λ, μ, ν, slechts twee opvolgende onbekenden; zij worden daarom, na twee onderling loodregte lijnen te hebben getrokken, die van uit haar snijpunt in rondgaande volgorde als vier, ieder bij één der onbekenden behoorende, assen worden beschouwd, ten opzigte telkens van twee dezer assen als vier regte lijnen in teekening gebragt; daardoor is de vraag teruggebragt tot het construeren van een regthoek, hebbende zijne hoekpunten opvolgend op deze vier lijnen en zijne zijden evenwijdig aan de aangenomen assen; en deze vraag wordt eenvoudig opgelost op grond van het beginsel dat — één der vier lijnen voor een oogenblik buiten beschouwing latende — de meetkundige plaats van het vierde hoekpunt van een aldus gerigten regthoek, als de drie andere hoekpunten op de drie overige gegeven lijnen genomen worden, almede eene regte lijn is, waarvan dus twee willekeurige punten gemakkelijk te vinden zijn en die door hare snijding met de vierde gegeven lijn het op deze liggend hoekpunt van den regthoek en daaruit alle vier de onbekenden bepaalt. Terwijl de Heer DYXHOORN voor zijn doel alleen met vier vergelijkingen ter bepaling van vier onbekenden te doen had, is zijne handelwijze ook vatbaar om op een willekeurig aantal onbekenden te worden uitgestrekt en alzoo in het algemeen voor het boven vermelde stelsel van n vergelijkingen met n onbekenden en met coëfficiënten λ, μ, ν te dienen. Immers, trekkende uit een gemeenschappelijken oorsprong in willekeurige rigtingen in één vlak n assen OX_1, OX_2, OX_3, enz., OX_n, ieder tot de gelijknamige onbekende behoorende, worden ten opzigte van deze assen twee aan twee die vergelijkingen weder voorgesteld door n bekende regte lijnen en geldt het nu het vinden van een punt in ieder dezer lijnen, zoodat al deze punten zich volgens dezelfde coördinaten twee aan twee aaneenschakelen. Daartoe uitgaande bijv. van een willekeurig punt (x_1, x_2) van de eerste lijn, en aanteekenende eerst het punt (x_2, x_3) van de tweede lijn dat dezelfde coör-

dinaat x_2 heeft, hieruit weder het punt (x_3, x_4) van de derde lijn met dezelfde x_3, en zoo rondgaande de bijbehoorende punten van alle volgende lijnen, zal in het algemeen het aldus komende punt van de n^{de} of laatste lijn wel de bij de aangenomen x_1 behoorende coördinaat x_n hebben, maar daarentegen, in plaats van zooals voor de oplossing vereischt zou worden deze x_1 zelve als tweede coördinaat terug te geven, zekere andere tweede coördinaat vertoonen. Maar ook hier heeft men nu niets anders te doen dan op deze wijze ten opzigte van de assen $0\,X_n$ en $0\,X_1$ twee punten ieder met dergelijke bij elkander behoorende x_n en x_1, stel bijv. de punten (x'_n, x'_1) en (x''_n, x''_1), te construeren, om door het snijpunt van hunne verbindingslijn met de bij deze assen behoorende n^{de} gegeven lijn de werkelijke x_n en x_1, en daarmede alle andere onbekenden van het vraagstuk te vinden. Deze constructie, die het in teekening brengen van zekere aan de assen $0\,X_1$ tot $0\,X_n$ evenwijdige stelsels lijnen vordert, kan vooral voor groote waarden van n nog aanzienlijk vereenvoudigd en nagenoeg geheel onder den vorm van die van den Heer Dykhoorn gebragt worden door deze assen rondgaande telkens te nemen langs de vier deelen van twee elkander regt- of scheefhoekig snijdende lijnen $X_1\,0\,X_3$ en $X_2\,0\,X_4$, in dier voege dat telkens elk viertal opeenvolgende assen $0\,X_{4m+1}$, $0\,X_{4m+2}$, $0\,X_{4m+3}$, $0\,X_{4m+4}$ weder langs het eerste viertal $0\,X_1$, $0\,X_2$, $0\,X_3$, $0\,X_4$ komt te vallen. Men heeft dan geene andere constructielijnen dan alleen aan $X_1\,0\,X_3$ en aan $X_2\,0\,X_4$ evenwijdige te trekken. Voor het geval dat hierbij n den vorm $4m+1$ of $4m+3$ heeft en dat dus het construeren van de gegeven n^{de} of laatste lijn wegens het langs elkander of langs elkanders verlengden vallen van de twee bijbehoorende assen $0\,X_n$ en $0\,X_1$ niet regtstreeks mogelijk is, kan men volstaan met het construeren van deze lijn bijv. ten opzigte van de assen $0\,X_n = 0\,X_{1 \text{ of } 3}$ en $0\,X_{n+1} = 0\,X_{2 \text{ of } 4}$, op welke zelfde assen alsdan ook de door de twee boven aangeduide punten (x'_n, x'_1) en (x''_n, x''_1) bepaalde hulplijn te teekenen is.

Augustus 1887.

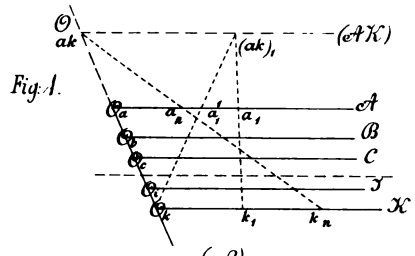


Fig. 1.

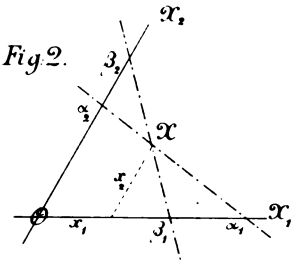


Fig. 2.

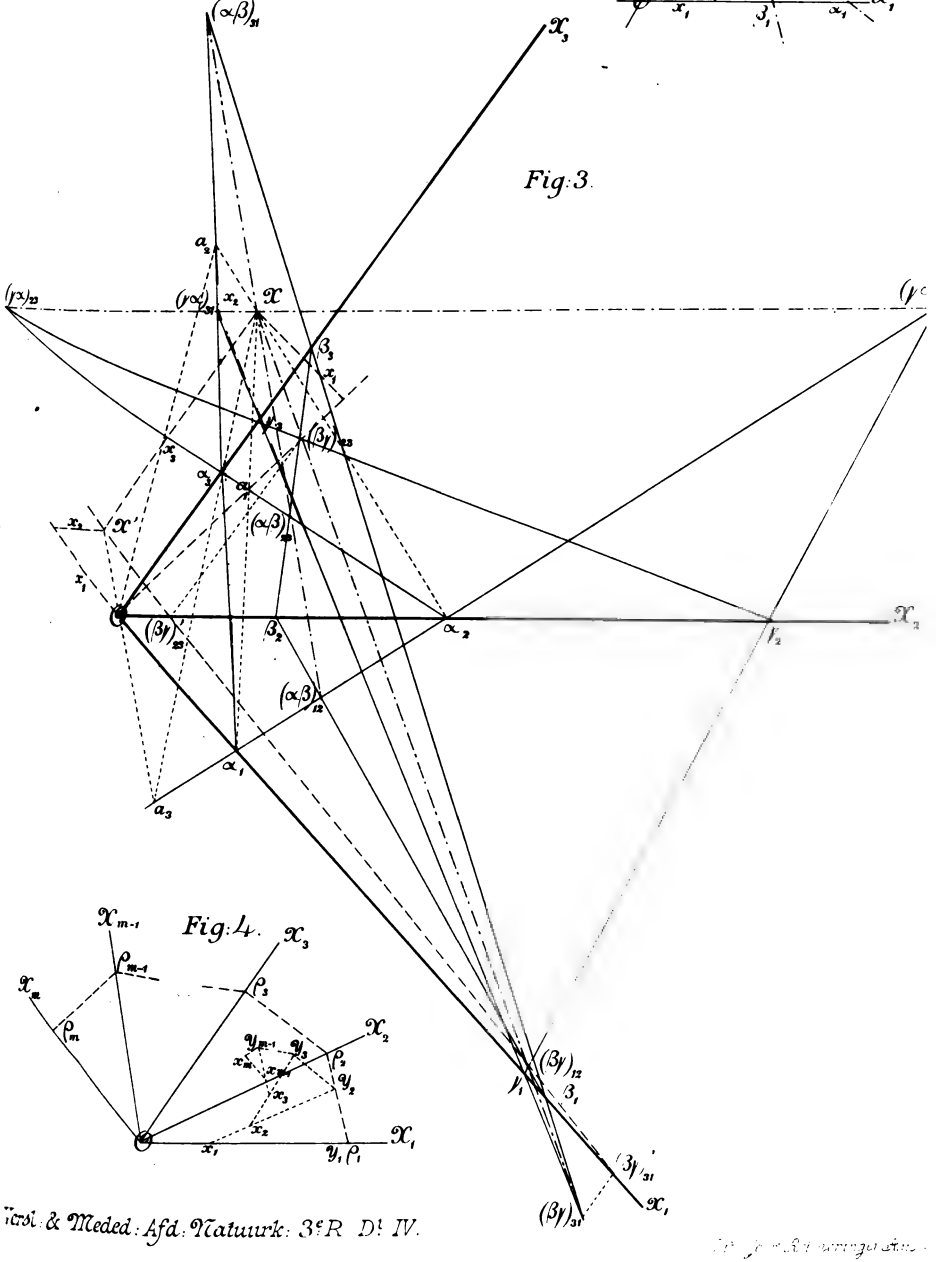


Fig. 3.

Fig. 4.

EEN EN ANDER OVER CONSTANTIJN HUYGENS

ALS BEMINNAAR DER STELLIGE WETENSCHAPPEN

EN ZIJNE BETREKKING TOT DESCARTES.

DOOR

D. J. KORTEWEG.

Het is algemeen bekend hoe onze dichter CONSTANTIJN HUYGENS bij zijne vele overige voortreffelijke eigenschappen eene groote belangstelling voor de stellige wetenschappen bezat en met vele wis- en natuurkundigen zijner dagen in betrekking stond. Zoo ziet men hem, toen hij als jeugdig gezantschapssecretaris in 1621 en 1622 Engeland bezocht, in druk verkeer treden met CORNELIS DREBBEL, den man, die zijn opgang aan het hof van Jacobus te danken had aan »de scherpzinnige niewigheden en natuurlijke geheimen" welke hij den hovelingen toonde, en een tien- of vijftiental jaren later staat hij in correspondentie met DESCARTES en pater MERSENNE, met DIODATI, GALILEÏ's vriend, met WENDELINUS, met GOLIUS en HORTENSIUS, de vertegenwoordigers der wiskunde aan de Universiteiten van Leiden en Amsterdam, en vinden wij sporen van persoonlijken omgang met den jongen VAN SCHOOTEN later den vriend en leermeester van CHRISTIAAN HUYGENS, met POLLOTTO een militair ingenieur in Staatschen dienst, als wiskundige hoog bij DESCARTES aangeschreven en met ALBERT GIRARD*), wiens groote gaven

*) Handschriften N°. 45, N°. 111 (latijnsche brieven) voorhanden op

hij toont te waardeeren als hij GOLIUS, zoo even tot Hoogleeraar te Leiden benoemd, samenwerking met GIRARD aanbeveelt.

Al moge het nu waar zijn, dat CONSTANTIJN HUYGENS tot den vooruitgang der wis- en natuurkundige wetenschap — althans *direkt* — niets heeft bijgedragen, zoo verdient toch bij een persoon als hij, de vraag hoeverre zijne kennis in deze richting ging en van welken aard zijne betrekkingen met de wis- en natuurkundigen zijner dagen waren, onze volle belangstelling en dit te eer als men bedenkt hoe CONSTANTIJN's voorliefde stellig van invloed geweest is op de ontwikkeling van zijn zoon CHRISTIAAN, terwijl zijne betrekking tot mannen, die op het gebied der natuurwetenschappen den toon aangaven, CHRISTIAANS talent reeds vroeg bekend deed worden en hem de kostelijkste relaties verschafte.

Het rijke materiaal van handschriften betrekkelijk de familie HUYGENS op het Trippenhuis voorhanden en met behulp van registers en catalogi door Mr. D. HOOFT, BOOT en JORISSEN gemakkelijk toegankelijk gemaakt, maar nog slechts spaarzaam gebruikt, biedt ons vele gegevens *) ter beantwoording dier vraag en wat in de volgende regelen zal worden medegedeeld is voor een groot gedeelte daaruit geput. Vooral de correspondentie met DESCARTES is belangrijk en gaf zelfs aanleiding de lijst der werken van DESCARTES te kunnen vermeerderen met een geschrift, waarvan hij —

---

het Trippenhuis. Brief van 19 Dec. 1629: „*Aliquid mecum nuper circa theoriam istam* (de theorie der lichtbreking) *communicavit vir stupendus* ALBERTUS GIRARDUS", etc. In HUYGENS dagboek (uitgegeven als bijlage van *Oud-Holland*, 3e Jaargang) vinden wij op 9 Dec. 1632 aangeteekend: „*Obit, heu!* ALBUS GIRARDUS, *vir incomparabilis*". Met aanteekeningen, welke niet op familieleden betrekking hebben, is HUYGENS aldaar niet kwistig.

*) Na zekeren leeftijd worden die gegevens schaars. Gedeeltelijk kunnen zij worden aangevuld uit de correspondentie met zijn zoon CHRISTIAAN. Zoo blijkt dat diens kennismaking in 1657 met SLUSIUS door zijne bemiddeling tot stand is gekomen. Tevens schijnt het echter dat de stellige wetenschappen met het klimmen der jaren meer en meer uit CONSTANTIJN's gedachtenkring geweken zijn.

zoo wij ook al de oorspronkelijke redactie van zijne hand niet bezitten — toch, zooals het daar ligt, als de geestelijke vader moet worden beschouwd.

Omtrent zijne eerste kennismaking met de wiskunde heeft HUYGENS zelf ons in zijne »*Sermones*" *) mededeelingen gedaan, die eenigzins aangevuld kunnen worden met behulp eener — spoedig afgebroken — eigen levensbeschrijving in handschrift op het Trippenhuis aanwezig †). Daaruit blijkt dat CLOTIUS, de schoonzoon van LUDOLF VAN CEULEN, slechts enkele maanden CONSTANTIJNS leermeester bleef §). Groot was de sympathie van leermeester en leerling voor elkander.

---

*) Volgens LOOSJES' vertaling;

Schoon 't ongehoorzaamheid aan 's vaders wil moog schijnen
'K bedroog hem door een list, nogtans der beste soort,
Mijn geest die sedert lang door wiskunst werd bekoord,
Wijdde aan die wetenschap mijne uitgezuinigde uren.
Zij was het kaartspel dat mijn driften kon ontvuren,
Zij was 't verkeerbond, zij de kaatsbaan die ik zocht,
Zij was de teerling, waar mijn hart aan was verknocht.
O ja! geen dobbelaar kan meer met ziel en zinnen
't Onedel schandlijk spel, dan ik de wiskunst minnen.
Wat uren heb ik niet ontwoekerd aan den nacht,
Ontknibbeld aan den slaap als offer haar gebracht
En 'k leerde in luttel tijds haar kennen en doorgronden;
Doch ik had minder snel het spoor daartoe gevonden
Had mij niet CLOTIUS, om schranderheid geeerd,
Mij d'eerste gronden van de rekenkunst geleerd.
Hij gaf mij denkbeeld van de waarde der getallen.
De meetkunst — zonder hem — waar mij te zwaar gevallen,
In koopmansrekening was mij 's mans onderricht
Eenvoudig, juist en klaar, een helder stralend licht.
'K werd in de boekhoudkunst door hem ook onderwezen
En 'k leerde 't koopgeheim van 's Amstels beurs dus lezen.
Mijn lieve vader nam mij toen niet euvel af
Het heimelijk bezoek, dat 'k vaak EUCLIDES gaf.
O ja ik had bijna zijn lofspraak ondervonden
Omdat ik zijn bevel had op die wijs geschonden.

†) In Handschrift N°. 48, aldaar onder den titel: *Vita*.

§) Te beginnen met 12 October 1609 (Dagboek, p. 8). CONSTANTIJN was dus dertien jaar.

Na elke les van CLOTIUS, moest CONSTANTIJN het geleerde aan DEDEL, zijn leermeester voor de klassieke talen, overbrengen en uitleggen. Deze stelde daar belang in en versmaadde het niet — zooals HUYGENS het uitdrukt — van zijn leerling te leeren. Waarschijnlijk had vader HUYGENS dat zoo beschikt, wiens hoofddoel trouwens slechts was zijn zoon met het handelsrekenen bekend te doen worden.

Overigens vind men in hetzelfde deel*) der handschriften de sporen van een dier »*bezoeken*", al zij het dan op lateren leeftijd, aan EUCLIDES gebracht. Van HUYGENS hand bevindt zich daar een kort uittreksel van de bewijzen en constructies der zes eerste boeken van EUCLIDES. De dagteekening, Juli 1627, is merkwaardig. Sedert enkele maanden gehuwd had hij den Haag moeten verlaten om zich bij FREDERIK HENDRIK in het leger te vervoegen. Het eerste boek bewerkt hij te Arnhem 10 Juli, het tweede aldaar 13 Juli, het derde, vierde en zesde in de legerplaats vóór GROL 22—27 Juli. Veel merkwaardigs is er in die korte aanteekeningen niet te vinden. Slechts eene zekere onafhankelijkheid van oordeel tegenover EUCLIDES verrast ons. Als deze, omdat hij de lengte van een lijn niet met den passer overgebracht, maar alles door snijdingen van lijnen en cirkels verkregen wil hebben, een tamelijk omslachtige constructie aangeeft om van uit een gegeven punt een lijn van gegeven lengte uit te zetten, vindt HUYGENS dit onnoodigen omslag (*inutilis molestia*) en later ergert hij zich als EUCLIDES ter wille van den strengen vorm, waarin hij alles meent te moeten gieten, in herhalingen vervalt. Ook laat hij het vijfde boek, dat over de eigenschappen van evenredige lijnen handelt, onbewerkt, daar de bewijzen eenvoudig zijn en de stellingen voor de latere toepassing van zeer ongelijke waarde. Gezegd moet het worden, dat de bewerkers der moderne handboeken op al deze punten HUYGENS in het gelijk stellen. Dat deze zich op dien leeftijd en onder deze omstandigheden met de eerste beginselen der planimetrie bezig hield, pleit stellig voor zijne liefde tot de wiskunde maar

---

* N°. 48. p. 285.

er blijkt toch ook uit dat hij in hare techniek niet verre gevorderd was, indien althans — wat vorm en inhoud vermoeden doen — de aanteekeningen ter eigen oefening waren opgesteld.

Het is dan ook zeker niet de wiskunde op zich zelven, die CONSTANTIJN op mannelijken leeftijd het meest heeft aangetrokken. Hij stelt haar daarom zoo hoog, omdat hij inziet hoezeer de vooruitgang der natuurwetenschappen van haar afhankelijk is. Voorloopig is het de dioptrica »*nobilissima pars matheseos*" *), die hem de meeste belangstelling inboezemt. Als GOLIUS in 1629 als opvolger van SNELLIUS het hoogleeraarschap te Leiden aanvaard, vermaant hij hem †) toch vooral zich op deze wetenschap toe te leggen. »De gevolgen der brekingswet" — zoo voegt hij hem toe — »zijn nog door niemand voldoende uitgewerkt. Hoe ijverig men in Italië ook met beloften is, men zal daar niets verrichten van zooveel belang dat gij het ook niet zoudt kunnen. ALBERT GIRARD deelde mij een en ander mede wat een goed handvat zou kunnen opleveren. Hem is het uitsluitend om de toepassing der brekingswet te doen, *ik* zoude ook willen weten welke physische oorzaak er achter zit" §).

De raad was stellig goed, al was GOLIUS de man niet er het rechte profijt van te trekken. Toch bleef zij niet

---

*) Handschrift. N°. 44 en 45 (*Latijnsche brieven*). Brief N°. 224 aan HORTENSIUS, 29 Oct. 1655.

†) *Latijnsche brieven*, Brief N°. 111 aan GOLIUS van 19 Dec. 1629: *Hortari deinde libet, ut quando nunc rei mathematicae etiam ex officio vacas, ejus quae de radio refracto est, partem nemini satis excultam, serio tibi commendatam esse patiaris.*

§) . . . *At nudis refractionum incrementis ac horum proportionibus incubuerat. Ego vero etiam aliquid hic physici requiro, et de causarum causis mihi ab origine satisfieri velim* . . . Ook reeds Juli 1629, Brief N°. 102 schreef HUYGENS aan GOLIUS naar aanleiding van een werk van SCHEINER: *satis prolixe docet, sed me solertia hominis et errori inveterato destruendo diligentia summa capit. Nam, ut multo me nosti rectius, hallucinamur hactenus eâ parte Matheseos maxime, quae de visione est et frustra quis pervadere has tenebras tentet, cui refractionum ratio absolutissima non constet.*

geheel zonder gevolg. Van GOLIUS hand vinden wij *) een zeer uitvoerig schrijven aan HUYGENS, gedateerd 1 November 1632, waarin hij hem de gewichtige vondst mededeelt, dat de beroemde brekingswet van DESCARTES reeds vroeger door SNELLIUS uitgesproken en met proeven bewezen was. Daar het getuigenis van GOLIUS van belang is, in verband met de nog onopgeloste vraag in hoeverre DESCARTES het denkbeeld van zijne wet aan SNELLIUS heeft ontleend, deelen wij het hier in zijn geheel mede. Er blijkt eenerzijds uit dat GOLIUS niet aan kwade trouw dacht en het althans *hem* niet bekend was dat DESCARTES toenmaals de handschriften van SNELLIUS had ingezien, andererzijds is het echter zeer onwaarschijnlijk, dat GOLIUS zijn vondst aan DESCARTES, met wien hij in druk vriendschapsverkeer stond, niet zoude hebben medegedeeld. Bij de uitgave der *dioptrica* in 1638 heeft DESCARTES dan geweten, dat SNELLIUS hem vóór was geweest.

»*id autem*" — schrijft GOLIUS — »*officio postulato reliquo* »*optabilius esse, tibique fore gratius confido, pro quo fidem* »*ante menses aliquot operamque obstrinxi meam; nisi forte et* »*hic quoque mihi fraudi sit longa cunctatio; quod tamen ut* »*minus metuam, facit tum difficultas et momentum rei, tum* »*aequitas et facilitas animi tui. Neque enim asserere hactenus* »*fui ausus ingeniosi* DESCARTES *inventum; quod tamen seu* »*praesagio seu affectu quodam apud te jactare non extimue-* »*ram, sc. Refractionis leges, ab illo descriptas, quas veras* »*esse et ipsius naturae, me credere visus et ratio nunc cogunt.* »*Coepi nuper experimenta quaedam, incidique paulo post in* »*Snelliana plurima, quae ambiguitatem et scrupulum exemerunt* »*omnem. Ambo illi, qui dici merentur magni Mathematici,* »*haud unquam inter se cogniti, diversis locis et temporibus* »*contrarias ingressi vias, per principia et causas Gallus, per* »*effectus et observata Batavus, aliis et diversis verbis con-* »*cluserunt prorsus idem. Quod neque celare Ampl. tuam, neque* »*sine studio divulgare velim, quô et tibi mea constet observan-* »*tia, et inventoribus sua in solidum gloria.* SNELLIUS *vene-*

*) Handschriften, 42*a*.

»*randae memoriae, praeceptor meus, cum ex Vitellionis cal-*
»*culo et tabulis, tum ex propriis ad observata plurima eaque*
»*saepius et diversimode repetita, subductis, hoc formavit theo-*
»*rema opticum.*"

En nu volgt de brekingswet, zooals SNELLIUS ze formuleerde, welker identiteit met die van DESCARTES door GOLIUS gemakkelijk wordt aangetoond.

Ten huize van GOLIUS in April 1632 had waarschijnlijk de eerste ontmoeting plaats tusschen HUYGENS en DESCARTES. Welken indruk beiden op elkander maakten blijkt uit voorhanden brieven. »*Ex quo postremo a te abii*", meldt HUYGENS *) aan GOLIUS »*vir doctissime atque amicissime, secuta me*
»*imago est mirabilis Galli, amici, non citra invidiam meam,*
»*tui, cujus in magnâ urbe paulum sepultae distat inertiae celata*
»*virtus. Illam praecipue, quam de Refracti radii demonstra-*
»*tione tanquam de re levi ac perspicua spem fecit, nusquam*
»*deposui*" terwijl DESCARTES aan HUYGENS' zwager DE WILHEM op 23 Mei 1632 schrijft †): »*Je ne scay que respondre*
»*à la courtoisie de M, Huguens sinon que je cheris l'honneur*
»*de sa connaissance comme l'une de mes meilleures fortunes,*
»*et que je ne seray jamays en lieu ou je puisse avoir le bien*
»*de le voir que je n'en recherche les occasions*" en dat die wederzijdsche bewondering nog aangroeide bij nieuwe persoonlijke ontmoetingen, bewijzen de krasse woorden van HUYGENS: »*Pardonnez, s'il vous plaist à la forte impression*
»*que vous m'avez laissée de quelque chose de surhumain*" §) en niet minder de merkwaardige zinsneden door den Heer UNGER in Oud-Holland uit een brief **) van DESCARTES aan GOLIUS aangehaald: »*Mais ce qui vaut mieux que tous les*
»*tourneurs du monde, c'est que* M. ZUYLICHEM *que j'ay eu*
»*l'honneur de voir ces jours à Amsterdam après avoir eu la*
»*patience d'ouir lire une partie de ma dioptrique, s'est offert*

*) *Latijnsche brieven.* Brief N°. 156. 7 Apr. 1632.

†) FOUCHER DU CAREIL, *Oeuvres inédites de* DESCARTES, T. 2, p. 233.

§) *Lettres françaises* I, p. 643; brief van 28 October 1635.

**) Inleiding tot het Dagboek. De brief (van 6 April 1635) bevindt zich in het Rijksarchief, Verzameling BEELDSNIJDER VAN VOSHOL, doos XXXII.

»*d'en faire faire lui-même quelque espreuve, ce qui me met entiè-*
»*rement hors de peine de ce côté, car je m' assure que s'il est*
»*possible que la chose réussisse, il en trouvera les expédients*
»*plutost que personne*" zoo luidt het aldaar, en later: »*Je*
»*ne tire pas peu de vanité de ce que je ne luy ait sceu dire*
»*aucune chose qu'il ne comprist quasi avant que j'eusse com-*
»*mencé de l'expliquer*".

Mocht men echter uit deze woorden — waartoe hun letterlijken zin aanleiding geeft — willen afleiden dat HUYGENS zich op het gebied van de wiskundige theorie der dioptrica geheel te huis gevoelde, dan zoude men zich bedriegen. Niets is er in zijne correspondentie of elders te vinden wat ons noopt aan zijne oprechtheid te twijfelen wanneer hij, schrijvende aan DESCARTES »*pour incapable que je*
»*soye de vostre belle theorie je ne vous demeureray pas toujours*
»*en faute de l'industrie méchanique*" *) en aan HORTENSIUS
»»*sane ignarus, sed totius opticae ardentissimus amans*" †) zijn standpunt tegenover die theorie te kennen geeft. *Wèl* levert deze lofspraak een nieuw getuigenis van de vlugheid van bevatting van CONSTANTIJN en de gemakkelijkheid waarmede hij zich in de denkbeelden van anderen wist in te werken.

Welke de dioptrische proef was waarvoor HUYGENS zijne medewerking had toegezegd, en die de aanleiding werd tot het ontstaan der tamelijk uitgebreide correspondentie tusschen hem en DESCARTES, zullen wij spoedig zien. Vooraf ga een woord over den vorm, waarin een gedeelte dier correspondentie voor ons toegankelijk is en over hare lotgevallen.

In de op het Trippenhuis aanwezige handschriften betiteld: »*Lettres françaises*" vindt men de minuten of copiën van zeventien brieven, de eerste van 28 October 1635, de laatste van 7 Juli 1645, door HUYGENS tot DESCARTES gericht. Evenzoo zijn van de brieven van DESCARTES aan HUYGENS

---

*) *Lettres françaises* 1, p. 643.
†) *Latijnsche brieven.* N°. 224.

meerendeels de origineelen zelven niet bekend. Wat men heeft zijn copiën door DESCARTES vervaardigd en door CLERSELIER uitgegeven *). Bij het vervaardigen dier copiën was het DESCARTES blijkbaar slechts om den hoofdinhoud te doen. Adres en jaartal ontbraken meestal, soms werden zelfs de copiën van twee brieven aaneen geschreven terwijl de lotgevallen, welke deze papieren ondergingen de verwarring nog vermeerderden. Na den dood van DESCARTES door CHANUT, den Franschen gezant in Zweden, aan CLERSELIER toegezonden, leden zij schipbreuk op de Seine en werden, na opgevischt te zijn, door onkundige handen op touwen te droogen gehangen en in de grootste wanorde aan CLERSELIER toegezonden, welke die wanorde niet verminderde toen hij besloot de brieven uit te geven, gerangschikt naar het behandeld onderwerp in plaats van naar tijdsorde. Gelukkig vond VICTOR COUSIN, toen hij tot eene nieuwe uitgaaf van DESCARTES brieven besloot, op de bibliotheek van het Instituut een exemplaar, dat er nog steeds berust, voorzien van aanteekeningen door eene onbekende, maar blijkbaar zeer deskundige hand, volgens de gissing van COUSIN, van MONTEMPUIS, volgens die van MILLET, een der laatste geschiedschrijvers †) van DESCARTES, welke beweert dat COUSIN van die aanteekeningen niet al het profijt heeft getrokken dat er uit te trekken viel, van CLERSELIER zelf. In die aanteekeningen wordt datum en adres der verschillende brieven zooveel mogelijk opgespoord. Wat de brieven aan HUYGENS betreft, kan men uit de bijlage beoordeelen in hoeverre die aanteekeningen juist zijn. Men zal moeten erkennen dat zij met zaakkennis zijn opgemaakt. Uit die bijlage zal tevens blijken dat vier brieven aan HUYGENS als autografen bekend zijn, waarvan twee niet bij COUSIN voorkomen. In

---

*) De oorspronkelijke papieren schijnen later verloren gegaan te zijn, althans men vindt er nergens melding van gemaakt en COUSIN kende ze niet.

†) *Histoire de* DESCARTES, *avant* 1637 par J. MILLET, 1867; DESCARTES, *son histoire depuis* 1637, par J. MILLET, 1870.

het geheel konden vijftien brieven met zekerheid worden opgespoord, de laatste in dagteekening van Mei 1643.

Ondertusschen was het onwaarschijnlijk dat de origineele brieven, althans die van DESCARTES aan HUYGENS verloren zouden zijn gegaan. HUYGENS die aan DESCARTES eenmaal schreef: »*Je n'entens pas sans ressentiment d'injure le doubte que vous semblez avoir, si les papiers dont il vous a pleu me gratifier autrefois ont esté conservez ou non. Il partiroit bien moins de chose de vostre main et ne se perdroit jamais dans la miene*" *) moest ze zorgvuldig hebben bijeenverzameld en bewaard, en dat dit inderdaad het geval is geweest, werd mij door eene mededeeling van den Heer MOES op het onverwachtst tot zekerheid. Tot 1825 hebben zij, naast de brieven van HUYGENS aan DESCARTES, in de verzameling van Jhr. C. A. VAN SYPESTEYN berust, en zijn in dat jaar op 30 Mei of een der volgende dagen door de firma SOTHEBY te Londen verkocht. De eene bundel (DESC. HUYGENS) voor 23 £ 2; de andere voor 12 £ 12. Informaties bij de nog bestaande firma SOTHEBY ingewonnen naar de koopers leidden tot geen resultaat. Ziehier de beschrijving in den catalogus der verkooping, waarvan een exemplaar aanwezig is op de Koninklijke Bibliotheek te 's Gravenhage, in hetwelk de gemaakte prijzen zijn aangegeven.

N°. 125. *A very curious Assemblage of letters in French, forty-six in number from M.* CONSTANTINE HUYGENS, *sieur de* ZULICHEM, *to the celebrated* DESCARTES, *between the years* 1635 *and* 1647, *with one letter to M.* VAN HOGELANDE.

The enveloppe containing these has the following title in M. DE ZULICHEM'S *handwriting:* »*Lettres que j'ay escrittes a Mons.* DESCARTES *de l'an* 1635, *jusques à* 1647, *inclus, restituées après sa mort par M.* DE HOGELANDE, 21 *Juillet* 1650".

N°. 126. *A similar Assemblage partly bound together (but without covers) and partly loose; being the lettres of M.* RENÉ DES CARTES *to M.* CONSTANTINE HUYGENS *between* 1635 *and* 1649.

The letters are sixty seven in number and with the exception of one or two are entirely in French. They relate either to

*) *Lettres françaises*, I, p. 715.

transactions between the parties, DESCARTES *Works, or mathematical subjects; a few are accompanied by diagrams. In one letter of* 1641 DESCARTES *gives a list of the typographical errors in his Meditationes de prima philosophia. Interspersed are a few letters and other papers connected with the correspondence, more particularly from Mons.* A. VAN SURK, *Amst.* 19 *Nov.* 1639, *Ley.* 30 *Nov.* 1639 *and Leyd.* 21 *Dec.* 1639; *with a printed sheet entitled: Antwoordt van den WelEdelen Heer* RENÉ DES CARTES, *Heere du Perron op het gepubliceerde van de Heeren van de vroedschap der stadt Utrecht den* 13/23 *Junii des Jaers* 1643. *Uyt de Fransche tale overgheset.*

Hieruit blijkt dus dat de correspondentie meer dan driemaal den omvang had van het thans toegankelijke gedeelte. Dit gedeelte is waarschijnlijk tamelijk compleet wat de eerste jaren betreft, maar wordt daarna steeds onvolledigier om voor de laatste vier of vijf jaar geheel te ontbreken. Stellig behoeft de hoop niet te worden opgegeven deze allerbelangrijkste correspondentie weder eenmaal in haar oorspronkelijken vorm te leeren kennen. Evenwel is het de vraag of de brieven van DESCARTES niet na 1825 uit een zijn gegaan. Er zijn verschijnselen die daarop wijzen. Te Leiden *) bevindt zich een eigenhandige brief van DESCARTES aan HUYGENS, die tot geleide strekte van de kleine verhandeling over Mechanica door DESCARTES voor HUYGENS geschreven. Wellicht kan daarin de reden gezocht worden waarom zij van de overigen is afgezonderd gebleven, maar drie brieven, één in de collectie van den Engelschman MORRISON, twee, welke in 1860 het eigendom werden van den Heer FOUCHER DU CAREIL †) hebben naar allen schijn oorspronkelijk tot de verzameling behoort.

Hoe het zij, de verwachting van meer mag ons niet terughouden te gebruiken 'tgeen wij bezitten en wij keeren dus terug tot de dioptrische proef, welke onder leiding van HUYGENS zoude worden ondernomen.

---

*) Collectie HUYGENS.

†) Einde Januari 1860 uit de collectie VAN VOORST, die door FREDERIK MULLER te Amsterdam onder den hamer werd gebracht.

Met weet dat in het tijdvak, waarheen wij ons verplaatsen moeten, de microscopen en verrekijkers, wat scherpte van beeld betrof, zeer veel te wenschen overlieten. De voornaamste oorzaak daarvan — de kleurschifting — werd in haar rechten aard niet begrepen en het was dus natuurlijk dat DESCARTES en anderen uitsluitend verbetering zochten door het wegnemen der *spherische aberratie*. Daar hij wist dat lenzen met zuivere boloppervlakken niet in staat zijn evenwijdige of van één punt uitgaande lichtstralen in een enkel punt te vereenigen, zocht en vond DESCARTES den vorm der oppervlakken, welke deze eigenschap wel bezitten. Daaronder kwamen omwentelingshyperboloïden en ellipsoïden voor. Door eene combinatie van elliptische of hyperbolische oppervlakken met platte en bolvormige scheen het hem mogelijk theoretisch volmaakte verrekijkers en microscopen te vervaardigen. Het kwam er slechts op aan lenzen volgens zulke vlakken af te slijpen. Daartoe had DESCARTES een werktuig bedacht dat men in zijne *dioptrique* *) uitvoerig beschreven kan vinden. Een beitel, genoodzaakt zich volgens een hyperbool te bewegen, sneed stalen mallen uit, welke gebruikt werden om den cylindrischen rand van een rad hyperbolisch uit te hollen en telkens de juiste gedaante terug te geven. Tegen dien rand werden de lenzen, op het uiteinde van de as eener draaibank bevestigd, aangedrukt, terwijl het rad langzaam draaide en beneden in een bak met slijppoeder dompelde.

Hoewel DESCARTES alles tot in de kleinste bijzonderheden geregeld had, ontveinsde hij zich toch geenszins de moeilijkheden aan de mechanische uitvoering verbonden, maar, zoo schreef hij: »*Je ne me règle pas sur la portée ordinaire des artisans, mais je veux espérer que les inventions que j'ay mises en ce traité seront estimées assez belles et assez importantes pour obliger quelques uns des plus curieux et des plus industrieux de notre siècle à en entreprendre l'exécution* †). Overi-

---

*) COUSIN, *Oeuvres de* DESCARTES, T. 5, p. 137.

†) Men moet dit streven van DESCARTES geenszins opvatten als de droom van een onpraktisch mathematicus. Telkens blijkt uit zijne cor-

gens had hij reeds in 1629 in betrekking gestaan tot een zekeren FERRIER, die beproeven zoude de hyperbolische lenzen te slijpen, maar, nadat veel moeite en tijd was besteed, was de zaak geëindigd met wederzijdsche klachten. Thans zoude zij op nieuw worden aangevat met behulp van een bekwaam draaijer te Amsterdam. Uit het kamp te Pannerden schrijft CONSTANTIJN 28 October 1635 *): »*L'ardeur ou vous m'avez veu de faire jouer le ressort de la machine que vous avez ordonnée pour le polissement de l'hyperbole, ne s'est point attiedie, mais vous sçavez par où mon esprit et mon corps ont rousle depuis, et certes ceste longue campagne et la suitte des occupations que je trouveray au retour, m'en ennuyent au double, mais cela prendra quelque fin un jour, et pour incapable que je soye de vostre belle Théorie je ne vous demeureray pas tousiours en faulte de l'industrie méchanique* †). *Desia l'humeur m'a prins d'envoyer au Tourneur d'Amsterdam une hyperbole soigneusement marquée de ma main, a la distance de quelques* 14 *poulces pour les points brûlants. S'il a le jugement dont il s'est vanté, il me taillera sur ceste forme un verre convexe d'un diamètre plus ample que ne sont ceux des lunettes ordinaires, et vous me pardonnerez, j'espère, si je*

---

respondentie, dat DESCARTES de meest gezonde en onbevooroordeelde meeningen had omtrent datgene, waar het bij een lens op aankomt »*ce n'est point assez de tailler un verre dont le diamètre soit de deux à trois poulces pour faire quelque chose d'extraordinaire, il y s'en trouve dèja qui représentent les objets sans qu'il soit besoin de couvrir leurs bords et quand cela arrive, quelque figure qu'ils aient, il faut croire qu'ils ont la bonne, mais l'important est d'en faire de plus grands qui soyent bons*". COUSIN, T. 6, p. 329. Nog in 1656 trachtte ook CHRISTIAAN HUYGENS blijkens brieven aan MOCCHI de hyperbolische lenzen te verwezenlijken.

*) *Lettres françaises*, T. I, p. 613.

†) Gebreeckt mij nog wat spels, ick weet het op te halen
Van uyt mijn eerste jeugd, 'k sal na mijn draeybank talen
Mijn ambacht lang gepleegt en ijverigh bemint,
Maar in den drang gesmoort van hoogher onderwint.
Verroeste beitelen en gudsen en formooren
Sal ick ophelderen, en drijven als te vooren
Op 't snelste van haer sné, en leveren noch waer
Van ouden voet en hand, of 't van twee jonghe waer.

Cluyswerk, reg. 553—560.

*ne puis trouver sensible an Tour l'inconvenient dont vous avez faict mention en ce que les faultes du mousle doibvent causer autant de cercles dans le verre, cela est très vray à part soy, mais je suis d'opinion que le mousle se peut tenir hors de faulte perceptible au moins, nous en verrons cest essay, et vous ordonnerez par après, selon quoy le petit verre *) ce debura regler*". Verder vermeldt HUYGENS hoe het hem ter oore kwam dat de Amsterdamsche hoogleeraar HORTENSIUS beweerde, dat de bolvorm de juiste is, en dat deze er zich mede vleide kijkers te kunnen maken, waarmede een brief op een mijl afstand zou te lezen zijn. HUYGENS verzocht hem zijn betoog te willen mededeelen of wel een kijker volgens zijn systeem te doen vervaardigen †).

Ondertusschen is de eerste hyperbolische lens gereed gekomen en zij voldoet HUYGENS, die roemt dat er niets aan te zien is van de gebreken die DESCARTES van het gebruik der draaibank, zonder het hyperbolische rad, verwachtte §); maar DESCARTES zendt ze terug **) met een stuk kaartpapier van openingen voorzien. Legde men dit tegen de platte zijde der lens, dan bleek dat de lichtstralen, op verschillenden afstand van het midden invallende, zich geenszins in een zelfde punt vereenigden, en dit was juist wat DESCARTES vreesde, daar op de gewone draaibank iedere fout zich langs

---

*) Het oculair.

†) De brief aan HORTENSIUS is te vinden onder de Latijnsche brieven, N°. 224. HUYGENS neemt de bewering van HORTENSIUS zeer ernstig op en spiegelt hem de groote voordeelen voor, die hij door zijne uitvinding zoude kunnen bereiken. HORTENSIUS had zich echter blijkbaar voorbij gepraat en waarschijnlijk vindt men hier een der oorzaken van DESCARTES' hoogst ongunstig oordeel over HORTENSIUS. DESCARTES toont zich althans zeer geraakt over de opmerking van HORTENSIUS, waar hij aan HUYGENS ironisch schrijft (*Foucher du Careil*, II, p. 227) "*Au reste vostre travail d'avoir tracé vous meme une hyperbole est bien inutile, puisque la figure circulaire est la meilleure, et il y a bien plus de raison de croyre en cecy l'autorité d'un professeur, appuiée de toutes les expériences des artisans, que les imaginations d'un hermite qui confesse ingenument qu'il n'a jamais fait aucune espreuve de ce qu'il dit*".

§) *Lettres françaises*, T. I, p. 625; 5 Dec. 1635.

**) COUSIN, 6, p. 325.

den geheelen cirkel herhaalde. Wel had DESCARTES gedacht aan de mogelijkheid, dat de vorm der hyperbool niet bij het brekingsvermogen van het gebruikte glas paste, maar neen, dat was het niet; het was in het geheel geene hyperbool.

Toch verliest HUYGENS den moed niet. DESCARTES zendt hem een eigenhandig geteekende hyperbool, wier netheid bewonderd wordt: »*Je vay remettre mon tourneur à la seconde espreuve, dans laquelle je me suis bien assuré que ses faultes ne trouveront plus le prétexte dont il m'a payé par le passé*" *). De draaijer schijnt dus de schuld op HUYGENS teekening geworpen te hebben.

Ook deze tweede proef moet zijn mislukt. In September 1637 †) toch heeft HUYGENS ingezien, dat de gewone draaibank onoverkomelijke bezwaren aanbiedt. Men zal nu DESCARTES aanwijzingen meer gaan volgen, maar toch hoopt de draaijer er wat eenvoudiger te komen en — zegt HUYGENS — het *is* een ingenieus man. Men zal in Amsterdam glazen prisma's laten maken, »hier" dat is in het legerkamp vóór Breda, zal het brekend vermogen bepaald worden, daarna zal de jonge VAN SCHOOTEN eene nauwkeurige hyperbool teekenen en HUYGENS zorgen dat de lens door den draaijer nauwkeurig wordt afgewerkt.

DESCARTES is met die volharding ingenomen §), maar twijfelt of de draaijer gelijk heeft. Ondertusschen bezoekt hij dezen in den loop van den winter, en krijgt van den man een gunstigen indruk. Er zal een houten model der machine worden gemaakt en als dit gereed is, zal DESCARTES het komen zien. Hij verzoekt HUYGENS **) hem bij tijds te waarschuwen, want hij zoude niet gaarne hebben, dat er vóór dien tijd aan de eigenlijke machine werd gewerkt. Slaagt de draaijer dan zal hij trachten hem in Frankrijk octrooi te verschaffen. Ook RICHELIEU wil in Frankrijk hyper-

---

*) *Lettres françaises*, I, 715.

†) *Lettres françaises*, I, p. 759.

§) COUSIN, T. 6, p. 329.

**) COUSIN, T. 7, p. 410.

bolische lenzen laten vervaardigen, maar DESCARTES gelooft niet dat dit gelukken zal, als hij er niet zelf bij is.

Hoe het verder liep, vernemen wij uit het toegankelijke gedeelte der correspondentie tusschen HUYGENS en DESCARTES niet; maar een brief eenigen tijd later aan FERRIER geschreven, die weder geneigdheid toonde de vroeger mislukte poging te hervatten, geeft ons verslag van den eind-uitslag der Amsterdamsche pogingen *), die nog krachtig zijn voortgezet. De machine om stalen mallen te maken voldeed voortreffelijk. Het wilde echter niet gelukken met behulp dier mallen het rad zóó juist af te werken, dat men er een regelmatige lens mede slijpen kon. Toch verkreeg men twee of drie lenzen, die hoop gaven, want, schrijft DESCARTES, liet men er een gedeelte van onbedekt zoo groot als het oppervlak der toen gebruikelijke lenzen, dan zag men niet veel, omdat ze zoo ongelijk en zoo slecht gepolijst waren, maar zij voldeden beter naar gelang men meer van de oppervlakte ontblootte, die dus inderdaad de verlangde hyperbolische gedaante bezitten moest. Kon men er dus slechts in slagen op de machine eene betere polijsting te verkrijgen, dan was een gewichtigen stap vooruit gedaan.

Men is daarin echter noch te Amsterdam, noch te Parijs geslaagd en zoo liep dus de poging, waartoe HUYGENS met zooveel geestdrift medewerkte, slechts op teleurstelling uit. Daarmede werd echter de eenmaal aangevangen correspondentie niet gestaakt.

Achtereenvolgens kwamen daarin zeer verschillende onderwerpen aan de orde, waarvan wij er enkelen aanstippen zullen †).

Reeds in den aanvang treedt HUYGENS als raadsman op bij de voorgenomen uitgave van DESCARTES »*Discours de la Mèthode*" vereenigd met de »*Dioptrique, les Météores et la*

---

*) COUSIN, T. 6, p. 45.

†) Ook voor de geschiedenis van den twist tusschen DESCARTES en VOETIUS zijn de latere brieven: *Lettres françaises*, II, p. 137; II, p. 123; II, p. 247 stellig belangrijk, aan dit onderwerp waag ik mij echter niet.

Géometrie" *). Hij beveelt WILLEM JANSZ. BLAEU als uitgever aan, welke raad om redenen die niet blijken, niet is opgevolgd, verkiest voor de figuren houtsnede boven kopergravure en drukt DESCARTES vooral op het hart de figuren toch in den text en niet achteraan te doen drukken. Het ongemak dat daaruit voor den lezer ontstaat, vergelijkt hij niet onaardig »*avec la peine de l'oiseau, qu'on* »*dit travailler à percer les Arbres et en faire tant de fois* »*le tour pour veoir s'il a passe*" *). Later — als de uitgave begonnen is — deelt HUYGENS zijn gevoelen mede over den vorm van het drukwerk, en biedt aan bij het corrigeeren behulpzaam te zijn †).

Ook op andere wijze tracht hij zich nuttig te maken door namelijk zorg te dragen voor de verzending van boeken en geschriften tusschen DESCARTES, die in Holland verblijf bleef houden en zijn Franschen correspondent pater MERSENNE te Parijs §). Aan het verzenden van paketten per post waren groote onkosten verbonden. Men zocht dus andere gelegenheden en deze waren niet gemakkelijk te vinden. »M. DE ZUYLICHEM *n'étant pas à la Haye, je ne* »*sais par quelle voie je pourrais vous envoyer le livre*" **) schrijft bijv. DESCARTES aan P. MERSENNE. HUYGENS had als Secretaris van den Prins vele verzendingen te doen en daar sloot men dan bij aan.

DESCARTES — van zijne zijde — weigert niet aan het

---

*) *Lettres françaises*, I, p. 643 (28 Oct. 1635).

†) *Lettres françaises*, I, p. 715 (15 Juni 1636); p. 769 (5 Jan. 1637).

§) Bij een dezer gelegenheden leeren wij het oordeel van HUYGENS over pater MERSENNE kennen. Aan den (onbekenden) persoon, dien hij met de bezorging van een pakket belast, schrijft hij, »*après que le maistre Moine* (dit is pater MERSENNE) *se sera acquisté de ce qu'on luy demande je seray très content que les reponses repassent par mes mains, qui ay de l'inclination pour luy, à raison de celle qu'il témoigne avoir à l'avancement des sciences; quoy que par trop embrasser il estreigne un peu mal. Ce que je vous prie de ne luy dire pas, mais bien que je suis son serviteur et attends de veoir ce qu'il promet de beau au publiq. Car il ne cessera pas d'escrire jusqu'au cercueil*". *Lettres françaises*, T. I, p. 783.

**) COUSIN, T. 7, p. 178 (31 Maart 1638).

bescheiden verzoek van HUYGENS te voldoen om voor hem op drie bladzijden de grondslagen der mechanica en hunne toepassing op de vier of vijf voornaamste werktuigen, (katrol, hellend vlak, wig, windas, schroef, hefboom) uit een te zetten. HUYGENS las *Guido Ubaldi* en *Galileï* in de vertaling van pater MERSENNE, maar hij is niet te vreden »*m'i-*»*maginant que ces gens là ne font qu' envelopper de super-*»*fluités obscures, une chose que je m'assure que vous com-*»*prendrez en deux ou trois suppositions*" *).

Het geschriftje is bij COUSIN †) afgedrukt te vinden, terwijl het origineel te Leiden (collectie HUYGENS) aanwezig is. Onder warme dankbetuiging voor de ontvangst er van, dringt HUYGENS er bij DESCARTES op aan §) zijne denkbeelden geheel uit te werken en uit te geven »*pour ne laisser rien à dire aux scavants ni à souhaister aux apprentifs de ceste jolie estude journalière que vous aurez illustré le premier et sorti de l'embarrassante obscurité des Italiens, qui* FACIUNT NON INTELLIGENDO, *etc.*", een uitspraak, die vooral voor zoover zij *Galileï* treft, door het nageslacht niet onderschreven wordt.

Overigens heeft DESCARTES aan deze aansporing geen gevolg gegeven. Wel schrijft hij »*qu'il a omis le plus beau du sujet*" **) maar voorloopig wordt hij door geheel andere zaken in beslag genomen. Hij zoekt namelijk naar de middelen om het menschelijk leven ver boven zijne gewone grenzen te verlengen. Een tijd lang blijft dit onderwerp aan de orde zonder dat echter nieuwe bijzonderheden aan het licht komen.

Ondertusschen raadpleegt HUYGENS DESCARTES over de wonderlijke kunststukken van een zekeren dokter VAN DER STRATEN ††). Goud en diamanten beweert deze te kunnen doen smelten in den palm van iemands hand — tweemalen

---

*) *Lettres françaises*, I, p. 759.

†) COUSIN, 5, p. 431.

§) *Lettres françaises*, I, p. 817.

**) COUSIN, 7, p. 412.

††) *Lettres françaises* I. 807. Het antwoord van DESCARTES (COUSIN, T. 8, p. 53) wordt eerst recht verstaanbaar door den brief van HUYGENS.

zoude het bij den markies SPINOLA zijn gelukt — door een oplossingsmiddel zoo zacht, dat men het op de tong nemen kan, en in minder tijd als noodig is om eenige paternosters uit te spreken. Stalen staven snijdt hij in korten tijd door.

Daarna komt aan de orde de twist tusschen twee Hollandsche wiskundigen STAMPIOEN en WASSENAER. De beide brieven, welke daarover handelen, zijn belangrijk voor de kennis van de rol welke DESCARTES in dien twist heeft gespeeld. Wat ik omtrent zijne inmenging verzameld had, stond ik af aan den Heer BIERENS DE HAAN toen ik vernam dat deze de geschiedenis van dien twist in bewerking had *). Vereenigd met den brief van DESCARTES aan WASSENAER, dien ik in het Britsch Museum vond en eenige andere gegevens, doen deze brieven ons DESCARTES kennen als den geestelijken vader, zoo niet als den eigenlijken schrijver van WASSENAERS strijdschrift »den onwissen wiskonstenaer J. E. STAMPIOENUS ontdekt" en daarmede ook van het »addimentum" (met uitzondering misschien van het eerste theorema) voorkomende in VAN SCHOOTEN'S *Geometria à Renato* DESCARTES.

Ook omtrent een werktuig — een perpetuum mobile — waarvan men te Amsterdam groote verwachtingen had, vraagt HUYGENS het oordeel van DESCARTES †). Als dit ongunstig luidt, onderwerpt hij er zich aan, maar laat de gelegenheid niet voorbijgaan DESCARTES uit te noodigen zelf zijne gedachten eens te laten gaan over het voordeeligst gebruik van wind en water als beweegkracht, een onderwerp van zoo groot belang voor de zeven provinciën!

Verder zien wij pater MERSENNE de tusschenkomst van HUYGENS gebruiken om van DESCARTES uitsluitsel te verkrijgen omtrent de volgende hem zeer raadselachtige kwestie: Hoe is het mogelijk dat de *hoogte* van een verticaal opgespoten waterstraal evenredig is met de drukhoogte zelf en

*) Zij verscheen *Verslagen en Mededeelingen*, 3de Reeks, Deel III, 1887, p. 69.

†) *Lettres françaises*, T, II, p. 93 (26 Mei 1642). COUSIN, T. 9, p. 87.

de *afstand* die een horizontaal gespoten waterstraal bereikt met den vierkantswortel uit de drukhoogte. Er komt een uitvoerig antwoord *) waarin de zaak ongeveer zóó verklaard wordt als men het ook thans zoude doen, welke verklaring — blijkbaar ter wille van HUYGENS en op zeer gelukkige wijze — in populairen vorm wordt gekleed.

Stippen wij ten slotte aan, dat HUYGENS ook in magnetische onderzoekingen belang blijkt te stellen, en dat de laatste brief †), welke de *Lettres françaises* bevatten, het verzoek behelst, dat DESCARTES zijne denkbeelden over de chemie mocht willen uiteenzetten »*pour veoir en combien peu de nomenclature vous comprenez tant d'eaux, de sels, d'huiles, d'essences, d'esprits*".

Alvorens tot een ander onderwerp over te gaan zij het ons geoorloofd nog een enkel woord te zeggen over den toon, die in de briefwisseling heerscht. Men voelt spoedig dat HUYGENS en DESCARTES niet geheel op den voet van gelijkheid met elkander verkeerden. Men ziet HUYGENS elk oogenblik aan zijne bewondering voor DESCARTES lucht geven en eigen oordeel aan het zijne ondergeschikt maken. DESCARTES van zijne zijde is HUYGENS blijkbaar zeer vriendschappelijk gezind. Van de bitterheid, waaraan somtijds zelfs tegen pater MERSENNE toegegeven werd, en die zonder twijfel een terugslag was van de somberheid en vermoeidheid, die zijn rusteloozen geest soms overtoog, is tegenover HUYGENS nimmer een spoor te vinden; maar zijn gevoelen spreekt hij steeds met de grootste beslistheid uit, dikwijls zonder omkleeding met redenen, en kiest daartoe vaak den ironischen vorm.

Zoo heeft HUYGENS een boek van CAMPANELLA gelezen, waaraan hij blijkbaar eenige beteekenis hecht. Men lette op de omzichtige bewoordingen, waarin hij het gevoelen van

---

*) COUSIN, T. 9, p. 88. Het schijnt mij dat DESCARTES zich min of meer verontschuldigt dat hij tegenover HUYGENS een weinig algebra gebruikt.

†) *Lettres françaises*, T. II, p. 247 (7 Juli 1645).

DESCARTES vraagt: »*si vous tenez tousiours la verité en séquestre, tantost nous serons aussi héritiques que le* CAMPANELLA, *dont je vous envoye le sommaire en cholere et pour peine de voz rigueurs, vous condamnant, s'il vous est nouveau à y jetter la veue, pour me dire au moins si, en attente du flambeau de voz véritez, il m'est permis de courir un peu après ce feu follet*" *). Het antwoord luidt: »*m'ayant trouvé occupé à répondre à quelques objections, qui m'étaient venues de diverses parts, j'avoue que son langage* (van CAMPANELLA), *et celui de l'Allemand qui a fait sa longue preface, m'a empêché d'oser converser avec eux avant que j'eusse achevé les dépêches, que j'avais à faire, crainte de prendre quelque chose de leur style*" †) en dan volgt in weinige woorden een algeheele afkeuring van den inhoud van CAMPANELLA's geschriften.

Kenschetsend is ook de wijze, waarop DESCARTES de toezending van HUYGENS »Orgelgebruyck" beantwoordt §). In dit werkje bepleitte HUYGENS de invoering van het orgelspel bij de godsdienstoefening. Misschien mede omdat hij vreesde door dit pleidooi den schijn van roomschgezindheid op zich te laden, laschte hij eenige harde woorden aan het adres der katholieke kerk tusschen zijn betoog in. DESCARTES, die zich, niettegenstaande zijne wijsgeerige denkbeelden, toch als goed roomsch beschouwde, prijst het werkje **), maar wreekt zich over de anti-roomsche ontboezemingen door eenige schertsende woorden: »*Pour vos raisons, je puis dire qu'elles sont si fortes et si bien choisies, que vous persuadez entièrement au lecteur tout ce que vous avez témoigné vouloir prouver; ce que j'avoue ici avec moins de scrupule à cause que je n'y ai rien remarqué qui ne s'accorde avec notre église. Et*

*) *Lettres françaises*, I, p. 817.

†) COUSIN, T. 7, p. 417.

§) COUSIN, T. 9, p 118.

**) »*Je me persuade pourtant que l'idiome ne m'a pas empéché d'entendre le sens de vostre discours, dans lequel j'ai trouvé un ordre si clair et si bien suivi, qu'il m'a été aisé de me passer du mélange des noms étrangers qui n'y sont point, et qui ont coutume de me faciliter l'intelligence du flamand des autres*". Voorwaar eene merkwaardige en niet geringe lofspraak op de zuiverheid van HUYGENS' taal!

pour ces epithètes que vous nous donnez cependant en divers endroits, je ne crois pas que nous devons nous en offenser davantage, qu'un serviteur ne s'offense quand sa maîtresse l'appelle »Schelm" pour se venger d'un petit baiser qu'il lui a pris, ou plutôt pour couvrir la petite honte qu'elle a de le lui avoir octroyé. Il est vrai que ce baiser n'avance guère, et je voudrois qu'en nous disant de telles injures vous eussiez aussi bien déduit tous les points qui pourraient servir à rejoindre Genève avec Rome", etc.

Behalve dit verschil in toon, dat zich natuurlijk beter voelen dan bewijzen laat, treft ons ook de omstandigheid dat HUYGENS, overkropt met werkzaamheden, volgens eigen verklaring slechts over de nachtelijke uren vrije beschikking bezittende, toch zijn tijd zooveel minder kostbaar achtte dan dien van DESCARTES, die — eigenlijk gezegd — niets omhanden had. Zoo gebeurde het eens dat pater MERSENNE omgekeerd de bemiddeling van DESCARTES gebruikte om HUYGENS een pakket te doen toekomen; maar deze maakt daar dadelijk een einde aan »*pour moy je scay trop bien ce que valent les moindres moments de vostre loisir pour souffrir que ceux qui ne les considèrent pas si bien en abusent à mon avantage*" *) en hij betuigt in denzelfden brief zijne overgroote verrukking bij de ontdekking dat DESCARTES de moeite genomen heeft een opstel van hem, HUYGENS, dat hij hem ter inzage gezonden had (de verdediging tegen SAUMAISE) te copiëeren; maar is toch verontwaardigd bij de gedachte dat DESCARTES zijn kostbaren tijd aan dit copiëeren dier »*pauvres défenses*" besteedde. De copie zelf zal hij bewaren met dezelfde zorg en eerbied waarmede hij het kleinste snippertje papier van DESCARTES hand bejegent †). Mogen ook deze en andere uitdrukkingen gedeeltelijk op rekening der zeventiende-eeuwsche hoffelijkheid geschreven worden, toch straalt door de gansche briefwisseling eene mate van echte, onge-

*) *Lettres françaises*, T. II, p. 137 (6 Juni 1643).

†) Inderdaad vindt men in den vroeger vermelden Catalogus der verkooping van SOTHEBY: N°. 124. *A paper entitled »copie de la main de M.* DES CARTES, *de mes répliques sur une lettre de M.* SAUMAISE *M.* RIVET *touchant l'epigramme qui s'ensuit", in* M. DE ZUYLICHEM'S *hand.*

kunstelde eerbied en bewondering voor de intellectueele meerderheid van DESCARTES door, die, onzes inziens, CONSTANTIJN HUYGENS in een zeer beminnelijk daglicht stelt. En te duidelijker springt dit in het oog, als men de brieven opslaat, waarvan er ook enkelen in de »*Lettres françaises*" voorkomen, aan pater MERSENNE tegen wien HUYGENS stellig niet behoefde op te zien. Hier waait ons een geheel anderen wind tegen *).

Ook in zijne correspondentie met DIODATI †) zien wij HUYGENS het natuurwetenschappelijk gebied betreden. In 1635 had GALILEÏ zich tot de Staten-Generaal gewend om hen zijne uitvinding van de lengtebepaling met behulp der verduisteringen der satellieten van Jupiter aan te bieden, en deze waren niet ongenegen op de zaak in te gaan. Op 11 Nov. 1636 werden WILLEM BLAEU, REAAL en HORTENSIUS tot leden eener commissie gekozen met recht om zich GOLIUS toe te voegen, welke commissie GALILEÏ's aanbod onderzoeken zoude. Hoewel de zaak aanvankelijk een gunstig aanzien had en de Staten op 25 April 1637 er toe overgingen aan GALILEÏ bij voorbaat een gouden ketting en penning als waardeering zijner verdiensten toe te kennen, bleken toch aan de

---

*) Als bijv. pater MERSENNE aankomt met een plan om door middel van een hevel water zonder arbeid naar boven te voeren, merkt HUYGENS hem terecht op, dat dit verloren moeite zoude zijn, als men er bovenaan niets uitnemen kon, en maakt men daartoe eene opening in de buis, dan valt het te betwijfelen of de »FUGA VACUI" »*qui est le ressort de la machine, ne s'en aille, interrompue et morte*". Anders, ja! dan zoude men met weinig kosten een landgoed zeer kunnen verfraaijen, en men zoude den uitvinder dankbaar moeten zijn, die de omslachtige en kostbare molens overbodig maakte. Daarvan hebben wij er overigens van allerlei soort, gedreven door wind, water, paarden of menschenkracht: »*choses ordinaires et cognues par tout le monde, non que de vous, monsieur, qui n'en voulez point ignorer*".

†) *Lettres françaises*, I, p. 771, p. 821, p. 973. De eerste en laatste van 13 April 1637 en 1 April 1640 vindt men in het Italiaansch en met kleine wijzigingen in *Le opere di Galileo Galilei*, Firenze 1848, T. 7. Die van 13 Febr. 1638 ontbreekt daar.

toepassing der methode nog bezwaren in den weg te staan. Van daar langdurige onderhandelingen in den loop waarvan ELIAS DIODATI, die de correspondentie grootendeels voor GALILEÏ voerde, zich tot CONSTANTIJN HUYGENS wendde *) ten einde hem om zijne medewerking te verzoeken. Uit het antwoord van HUYGENS †) blijkt, dat hij van het wetenschappelijke vraagstuk geheel op de hoogte is. De zaak is goed op gang, meldt hij, REAAL zal aan GALILEÏ schrijven »*mais ce sera... en luy demandant un telescope de* »*sa façon, ceux de ce pais ne pouvant representer les quatre* »*satellites, dont il s'agit, sans je ne sçay quelle sorte de scintil-* »*lation, qui pourrait empêcher les observations soudaines et* »*momentanées de leur* CONIUNCTIONI, APPLICATIONI *et* ECLISSI, »*telles que l'auteur nous les specifie, de sorte, Monsieur, que* »*le rapport de ces commissaires ne s'étant peu faire que pro-* »*visoire et en partie, sans l'ayde de l'engin principal, je ne* »*voy pas quel subject le seigneur* GALILEÏ *pourroit avoir de* »*se tenir peu satisfait du delay de nos résolutions. Il restera* »*d'ailleurs l'expedient si necessaire contre les agitations de la* »*mer et l'horloge, de pareille importance à bien effectuer les* »*operations. Tout cela est de l'essence, en tant que la chose* »*regarde la navigation; si ne le voyons nous qu'en esperance,* »*et qui sçait si ce grand personnage vivra assez pour nous* »*achever d'instruire... J'advoue que,* SI SIBI CONSTAT CALCULUS »EPHEMERIDUM, *comme je suis bien content de m'en reposer sur* »*la bonne foy de l'auteur, c'est desia un grand point gagné* »*sur terre, et d'ou s'ensuivra nécessairement la réformation de* »*toute la Géographie; mais les interêts particuliers nous pressant* »*plus, et uniquement à nous voir designer en haute mer, ou* »*nous sommes tant, au regard du long que du large, vous* »*pouvez considérer qu'il n'y a que l'invention marine qui nous* »*chatouille principalement, et sans laquelle aucunement reduitte* »*à l'effect de la pratique, que nos peuples auront de la peine* »*à se tenir obligez d'un benefice general et beau, plus qu'avan-*

*) Deze brief is met eenige anderen van DIODATI aan HORTENSIUS en HUYGENS te vinden in *Le opere di Galileo Galilei*, T. 7.

†) *Lettres françaises*, I, p. 771.

»*tageux à leurs affaires. Mais ce sera bien moi, Monsieur,* »*qui travailleray à leur donner de plus saines impressions*".

Ondertusschen vorderden de onderhandelingen slechts langzaam en het werd duidelijk dat het wenschelijk ware een zaakkundige naar Galileï af te vaardigen. De Generale Staten moesten bewogen worden reisgeld toe te staan. »*Een netelige* »*zaak*" schrijft HUYGENS, »*omdat de schatkist er mede ge-* »*moeid is*" *). Toch spant hij er zich voor: »*à combien de personnes de condition et d'authorité pensez vous que nous ayons estez obligez de prècher un Evangile incognu, prins d'abord pour folie*" †). De steun van FREDERIK HENDRIK wordt echter door hem gewonnen en CATS bewogen aan de algemeene staten het voorstel te doen om reisgeld te verleenen aan HORTENSIUS, die binnen weinige weken vertrekken zal. Maar zoover komt het niet. Een noodlot schijnt wel op de zaak gerust te hebben. Van de leden der commissie REAAL, BLAEU en HORTENSIUS §) was de eerste reeds in het najaar van 1637 overleden, de tweede stierf 18 October 1638 en omtrent HORTENSIUS, die trouwens ook in Augustus 1639 overleed, behelst de laatste brief van HUYGENS aan DIODATI eene zonderlinge onthulling »*Tout revient là cependant que feu le Sr.* HORTENSIUS *estant venu à mourir saisy des deniers qu'on luy avoit faict fournir pour le voyage d'Italie, sans que jamais il se soit mis en posture ni debuoir de s'y acheminer; ceste frasque (ainsi l'on a voulu la baptiser) a faict refroidir beaucoup de courages, qu'on avoit eu de la peine à réchauffer*". Toch is HUYGENS weder bereid de poging met denzelfden ijver te hervatten; maar hij ontveinst zich de moeilijkheden niet »*force nous est de represcher*

---

*) *Latijnsche brieven,* N°. 262 aan HORTENSIUS, 25 Jan. 1638 »*ut grave, scilicet, negotium quia ad aerarii angustias pertinet*".

†) *Lettres françaises,* I, p. 821.

§) HUYGENS spreekt van VIER commissarissen: »*Et de faict, tous les quatres personnages desputez à cette affaire estant venuz à deceder nous en voici comme à recommencer*". De vierde was niet GOLIUS, maar ISAAC BEECKMAN, die reeds 20 Mei 1637 overleed. Zie VAN SWINDEN, *Verhandeling over den uitvinder der slingeruurwerken. Verh. eerste klasse v. h Instituut* 1817.

les paradoxes de cet Evangile tout de nouveau" en niemand helpt hem dan alleen BOREEL, een man van veel invloed. Geeft hem, verzoekt HUYGENS — aan welk verzoek door DIODATI werd voldaan — ook eene kleine aansporing »*deux chevaux vireront mieulx le carosse qu'un seul*". Van zijne zijde belooft hij krachtige medewerking »*pour faire réussir une conception que je me représente si utile et d'un succès si indubitable*". Ook ditmaal kwam men echter niet verder. Op 15 Juni 1640 schrijft DIODATI aan GALILEÏ dat hij niets naders uit Holland vernomen heeft. De pogingen van HUYGENS moeten dus zijn mislukt; terwijl de ziekte en dood van GALILEÏ aan de zaak voor goed een einde maakte. Of GALILEÏ in staat zoude geweest zijn zijne methode toen reeds in alle opzichten, bijv. wat het vervaardigen der ephemeriden betreft, voor de zeevaart geschikt te maken, waag ik niet te beslissen.

Aan het einde onzer taak gekomen willen wij trachten in enkele woorden onzen indruk samen te vatten. Wij meenen dan dat CONSTANTIJN HUYGENS niet mag gerangschikt worden onder de zelfstandige natuuronderzoekers of wiskundigen. Geen enkel feit geeft het recht van hem te beweeren — zooals men dit bijv. veilig van JOHAN DE WITT of van den Amsterdamschen burgemeester HUDDE mag doen — dat alleen de werkzaamheden en zorgen aan de gekozen loopbaan verbonden, de volle ontwikkeling van een grooten aanleg in wis- of natuurkundige richting verhinderden. Daarentegen staat vast: zijne overgroote belangstelling en zijne scherpzinnigheid, wat betreft het zich indenken in de denkbeelden van anderen. Met spanning en opmerkzaamheid volgde hij de beweging, welke te zijnen tijde in de natuurwetenschappen op te merken viel, en geene moeite was hem te veel om hen, die er een werkzaam aandeel in namen, behulpzaam te zijn. Hij was een man, om met zijne eigene woorden te eindigen »*amoureux de l'anatomie des choses*" *).

*) *Lettres françaises*, T. II, p. 247.

BIJLAGE.

STAAT DER THANS BEKENDE CORRESPONDENTIE TUSSCHEN CONSTANTIJN HUYGENS EN DESCARTES.

I.

CONSTANTIJN HUYGENS aan DESCARTES.

(1) 28 Oct. 1635. *Lettres françaises.* T. I, p. 643.
(2) 5 Dec. 1635. » T. I. p. 625.
(3) 15 Juni 1636. » T. I, p. 715.
(4) 5 Jan. 1637. » T. I, p. 769.
(5) 18 Sept. 1637. *Lettres françaises.* T. I, p. 759.
(6) 23 Nov. 1637. » T. I, p. 751.
(7) 2 Febr. 1638. » T. I, p. 817.
(8) 30 Juli 1638. » T. I, p. 807.
(9) 15 Mei 1639. » T. I, p. 915.
(10) 28 Mei 1639. » T. I, p. 911.
(11) 28 Dec. 1639. » T. I, p. 855 (afgedrukt *Versl. en Med.*, Afd. Natuurk., 3de Reeks, Deel III, 1887, p. 82).
(12) 14 Aug. 1640. *Lettres françaises.* T. I, p. 953 (afgedrukt terzelfder plaatse, p. 101).
(13) 17 Juli 1641. *Lettres françaises.* T. II, p. 14.
(14) 26 Mei 1642. » T. II, p. 93.
(15) 6 Juni 1643. » T. II, p. 137.
(16) 14 Maart 1644. » T. II, p. 225.
(17) 7 Juli 1645. » T. II, p. 247.

II.

Descartes aan Constantijn Huygens.

(1) 1 Nov. 1635. Foucher du Careil, *Oeuvres inédites de* Descartes, II, p. 227.

(2) Dec. 1635. Cousin, *Oeuvres de* Descartes, T. 6, p. 323. Zij wordt door Cousin beschouwd als gericht aan Pollot en geschreven 7 Oct. 1637. Zij moet echter gericht geweest zijn aan hem die de hyperbool geteekend had, dus aan Huygens, en geschreven zijn tusschen Dec. 1635 en Juni 1636. Misschien heeft men met twee aaneengeschreven brieven te doen en is het eerste gedeelte niet aan Huygens gericht.

(3) Mei 1637. Cousin, T. 6, p. 302. Door Cousin gesteld op April 1637. Zij is natuurlijk geschreven kort na het overlijden (10 Mei 1637) van Huygens' vrouw.

(4) 5 Oct. 1637. Cousin, T. 6, p. 329. De origineele brief is te Leiden, *Universiteitsbibliotheek, collectie Huygens.* Zij wijkt zeer weinig af van de minuut. Cousin geeft het juiste adres en den datum 9 Oct. 1637.

(5) Jan. 1638. Cousin, T. 7, p. 410. Door Cousin gegist op 18 Febr. 1638. Uit den inhoud blijkt echter dat de brief van 2 Febr. 1638 door Descartes nog niet ontvangen was.

(6) Febr. 1638. Cousin, T. 7, p. 417. Door Cousin gesteld op 20 Maart 1638.

(7) Aug. 1638. Cousin, T. 8, p. 53. Datum door Cousin gesteld op 25 Aug. 1638. Adres niet door hem aangegeven.

(8) Juli 1638. Cousin, T. 8, p. 294. Door Cousin gegist op 25 Juli 1640.

(9) Aug. 1640. Cousin, T. 9, p. 118. Datum noch adres door Cousin aangegeven.

(10) 11 Nov. 1640. Foucher du Careil, T. 2, p. 234. Hoewel Foucher du Careil dit briefje beschouwd als gericht aan de Wilhem is het stellig gericht aan Huygens en van 11 Nov. 1640. In een brief aan pater Mer-

SENNE (die dus van 18 Nov. geweest moet zijn) schrijft DESCARTES »*qu'il y avoit huit jours il avoit écrit les encloses pour luy estre adressées par M.* ZUYLICHEM *avec sa métaphysique, mais celui-ci passa par icy il y a deux jours pour aller a Groningue, avec Monsieur le prince et les rapporta comme ne pouvant écrire en France de quelques semaines*" (COUSIN, T. 8, p. 397) en in HUYGENS *Dagboek* leest men: »16 *Nov.* 1640. *Cum principe Hagâ Groningam proficiscor*". De »*encloses*" waren de brieven, te vinden bij COUSIN, T. 8, p. 387—396; »*lescrit de métaphysique*" de »*Meditationes de primâ philosophiâ, ubi de Dei existentiâ et animae immortalitate*", Paris 1641, die echter toenmaals nog geen titel hadden (zie COUSIN, T. 8, p. 395).

(11) 12 Nov. 1640. COUSIN, T. 8, p. 422. Het origineel bevindt zich in de collectie van den Engelschman MORRISON. Adres en datum worden door COUSIN (op één dag na) juist geschat. Men heeft hier een voorbeeld van twee aaneengeschreven minuten.

(12) Sept. of Oct. 1642. COUSIN, T. 8, p. 632. Gegist door COUSIN op 8 Oct. 1642.

(13) Febr. 1643. COUSIN, T. 9, p. 87. Gegist door COUSIN op 18 Febr. 1643.

(14) Maart (?) 1643. COUSIN, T. 9, p. 120. Gegist door COUSIN Maart 1643, wat zeer goed juist kan zijn.

(15) Mei 1643. COUSIN, T. 10, p. 112. COUSIN weet met datum en jaartal geen weg. Dat de brief van Mei of begin Juni 1643 moet zijn, blijkt uit het antwoord dat van 6 Juni is.

Omtrent de volgende brieven van DESCARTES is het onzeker of zij al dan niet aan HUYGENS zijn gericht.

COUSIN, T. 6, p. 313, 321; T. 8, p. 59, 63, 147, 424.

De brief T. 8, p. 147 acht ik echter gericht aan VAN SCHOOTEN op 't laatst van 1638. De brief bij FOUCHER DU CAREIL, T. 2, p. 231 te vinden, is bepaald niet aan HUYGENS. Zij is van 1637.

III.

EENIGE BRIEVEN OMTRENT DE VERHOUDING TUSSCHEN HUYGENS en DESCARTES.

(1) 7 April 1632. CONSTANTIJN HUYGENS aan J. GOLIUS betreffende de eerste (?) ontmoeting met DESCARTES. *Latijnsche brieven, Kon. Akademie van Wetenschappen.*

(2) 23 Mei 1632. DESCARTES aan D. LE LEU DE WILHEM, zelfde onderwerp, FOUCHER DU CAREIL, *Oeuvres inédites de* DESCARTES, T. 2, p. 233.

(3) 12 Dec. 1633. DESCARTES aan D. LE LEU DE WILHEM. Oordeel over HUYGENS. FOUCHER DU CAREIL, T. 2, p. 6. *Une famille ou j'entends qu'il ny a personne qui ne participe aux rares et excellentes qualites qui sont particulierement admirées de tous en Monsieur de Zuilicom vostre beau-frère.*

(4) 6 April 1635. DESCARTES aan J. GOLIUS. Oordeel over HUYGENS en betreffende de dioptrische proef. *Rijksarchief te 's Gravenhage; verzameling* BEELDSNIJDER VAN VOSHOL.

(5) 30 Juni 1638. HUYGENS aan HEINSIUS. Overbrenging van een verzoek van DESCARTES omtrent het uitleenen van boeken der Leidsche bibliotheek. *Latijnsche brieven, Kon. Ak. van Wet.*

(6) 22 Juni 1641. DE WILHEM aan CONSTANTIJN HUYGENS, voorstel om DESCARTES te benuttigen in een twistgeding dat de staat te voeren heeft. *Leidsche Universiteitsbibliotheek, collectie Huygens.* Waarschijnlijk betreft het dezelfde zaak, waarvan sprake is in den brief van DESCARTES van 1 Jan. 1644, DE BUDE, *Lettres inédites de* DESCARTES, p. 26.

(7) 5 Juli 1643. CONSTANTIJN HUYGENS aan D. LE LEU DE WILHEM. Raadgevingen omtrent de door DESCARTES te volgen gedragslijn in zake zijn twist met VOETIUS. *Lettres françaises*, II, p. 123.

(8) 10 Juli 1643. DESCARTES aan DE WILHEM. Betreft den vorigen brief. FOUCHER DU CAREIL, T. 2, p. 26.

(9) 10 Juli 1643. DESCARTES aan DE WILHEM. Betreft dezelfde zaak. FOUCHER DU CAREIL, T. 2, p. 28.

(10) 30 Aug. 1643. A. S. VAN ZURCK aan CONSTANTIJN HUYGENS. Over DESCARTES. *Leidsche Universiteitsbibliotheek, collectie Huygens.*

(11) 2 Juli 1645. DE WILHEM aan CONSTANTIJN HUYGENS. Over een geschrift in manuscript van DESCARTES, *Leidsche Universiteitsbibliotheek, collectie Huygens.*

(12) 4 Juli 1645. DE WILHEM aan CONSTANTIJN HUYGENS, over dezelfde zaak, terzelfder plaatse.

(13) 4 Aug. 1645. DESCARTES aan DE WILHEM, over een brief van HUYGENS, FOUCHER DU CAREIL, T. 2, p. 32.

(14) 26 Juli 1650. CONSTANTIJN HUYGENS aan CHANUT, Fransch gezant in Zweden. Over de nagedachtenis van DESCARTES. *Lettres françaises*, II, p. 435.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Zaterdag 26 October 1887.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, J. A. C. OUDEMANS, A. C. OUDEMANS JR., KORTEWEG, VAN DIESEN, ENGELMANN, DIBBITS, BIERENS DE HAAN, LORENTZ, MARTIN, ZAALJER, HOFFMANN, BRUTEL DE LA RIVIÈRE, SCHOUTE, DE VRIES, WEBER, TREUB, DONDERS, RAUWENHOFF, MICHAËLIS, ZEEMAN, HUBRECHT, HOEK, VAN BEMMELEN, MAC GILLAVRY, FRANCHIMONT, MULDER, PEKELHARING, FORSTER, STOKVIS, VAN RIEMSDIJK, PLACE, BAEHR, RIJKE en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris.

— Het Proces-Verbaal der vorige Zitting wordt gelezen en goedgekeurd.

— Worden gelezen Brieven van Dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van de navolgenden:

1°. G. C. W. BOHNENSIEG, Conservator van Teylers Stichting te Haarlem, 8 October 1887; 2°. A. J. ENSCHEDÉ, Bibliothecaris der Stads-Bibliotheek te Haarlem, 15 October 1887; 3°. J. TIDEMAN, Secretaris van het koninklijk Instituut van Ingenieurs te 's Gravenhage, 3 October 1887; 4°. VAN NAAMEN, Secretaris der Overijsselsche Vereeniging tot ontwikkeling van provinciale Welvaart te Zwolle, 5 October 1887; 5°. W. F. C. VAN LAAK JR., Bibliothecaris

der Gemeente-Bibliotheek te Arnhem, 1887; 6°. E. Pesier, Ondervoorzitter der Société d'Agriculture, Sciences et Arts de l'arrondissement de Valenciennes, 6 Mei 1887; 7°. F. Krauss, Bibliothecaris van het Verein für vaterländische Naturkunde te Wiesbaden, 30 April 1887; 8°. A. Karpinsky, Directeur van het Comité géologique te St. Petersburg, 17 September 1887; 9°. den Secretaris der Naturforscher Gesellschaft te Dorpat, Januari 1887; 10°. S. P. Langley, Secretaris der Smithsonian Institution te Washington, 20 September 1887; 11°. den Directeur der geological Survey te Washington, 23 September 1887; 12°. E. C. Pickering, Directeur van het Harvard College Observatory te Cambridge, 5 October 1887; 13°. J. Hambach, Bibliothecaris der Academy of Science te St. Louis, 11 October 1887; 14°. F. W. Schlissegrell, Secretaris der Elliott Society of Science and Art te Charleston, 6 October 1887; 15°. R. W. Young, Secretaris van het Canadian Institute te Toronto, 5 October 1887; 16°. S. Thorburn, Bibliothecaris der geological and natural History Survey te Sussex, 11 October 1887; aangenomen voor bericht.

— Voorts Brieven ten geleide van boekgeschenken van de navolgenden:

1°. den Minister van Binnenlandsche Zaken te 's Gravenhage, 29 September, 20 October 1887; 2°. P. A. Tiele, Bibliothecaris van 's Rijks Hoogeschool te Utrecht, October 1887; 3°. J. F. L. Schneider, Bibliothecaris der polytechnische School te Delft, 5 October 1887; 4°. A. G. Tielemans, Bibliothecaris der Université catholique te Leuven, Januari 1887; 5°. de Milloué, Directeur van het Musée Guimet te Parijs, Januari, April 1887; 6°. Ch. Schefer, Secretaris der Ecole spéciale des Langues orientales vivantes te Parijs, 23 April 1887; 7°. Duméril, Secretaris der Académie des Sciences, Inscriptions et belles-Lettres te Toulouse, 5 Maart 1887; 8°. F. Czermak, Secretaris van het naturforschende Verein te Brünn, April 1887; 9°. den Secretaris der kön. preuss. Akademie der Wissenschaften te Berlijn, 8 Mei 1887; 10°. R. Feidenhain, Voorzitter der schlesische

Gesellschaft für vaterländische Cultur te Breslau, 10 Augustus 1887; 11°. den Secretaris der Gesellschaft für bildende Kunst und vaterländische Alterthümer te Emden, 16 October 1887; 12°. FÖRSTEMANN, Archivaris der kön. sächsische Gesellschaft der Wissenschaften te Leipzig, 25 Februari, 1 April, 15 Juni, 31 Juli, 28 Augustus 1887; 13°. P. BORTOLOTTI, Secretaris der Académie royale des Sciences, Lettres et Arts te Modena, 25 Februari 1887; 14°. E. TERGOLA, Secretaris der real Accademia delle Scienze fisiche e matematiche te Napels, 16 April 1887; A. C. TROLSUM, Bibliothecaris der Université royale de Norvège te Christiania, 15 April 1887; 16°. den Secretaris der Naturforscher Gesellschaft te Dorpat, April 1887; 17°. J. C. PILLING, Secretaris der U. S. geological Survey te Washington, 5, 26 Februari, 6 Mei, 17 Augustus 1887; 18°. H. FERRER, Secretaris der California Academy of Sciences te San Francisco, 1 April 1887; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de Boekerij.

— Tot de ingekomen stukken behooren: 1°. kennisgevingen van de Heeren KOSTER, SCHOLS en BEHRENS, dat zij verhinderd zijn de vergadering bij te wonen; 2°. kennisgevingen van het overlijden van wijlen den Hoogleeraar Dr. GUSTAV KIRCHHOFF (buitenlandsch lid der Akademie) te Berlijn, en den Hoogleeraar Dr. EDUARD LUTHER te Koningsbergen; voorts van den Secretaris der Smithsonian Institution te Washington: SPENCER FULLERTON BAIRD; missive van Z. E. den Minister van Binnenlandsche Zaken (27 October 1887), waarin kennis wordt gegeven, dat Z. E. de voorstellen der Afdeeling nopens het beheer van het Buitenzorgfonds goedkeurt. Genoemde voorstellen, vastgesteld in eene Bestuursvergadering der Afdeeling, bijgestaan door Dr. TREUB, worden voorgelezen.

De Voorzitter wijdt een woord van erkentelijkheid aan de stichters van het fonds, en aan den Minister van Binnenlandsche Zaken, die, ter stijving der baten van dit laatste, eene jaarlijksche som van *f* 700 ter beschikking stelde. Den Heer TREUB wenschte hij geluk met den gunstigen uit-

slag zijner pogingen om ook Nederlandsche botanici in staat te stellen, het Buitenzorgsche station te bezoeken.

— De Heeren VAN BEMMELEN en DIBBITS brengen een gunstig rapport uit over de verhandeling van den Heer Dr. J. D. R. SCHEFFER te Veendam: »Onderzoekingen over de diffusie van eenige anorganische verbindingen"; tengevolge waarvan besloten wordt, haar in de werken der Akademie op te nemen.

— De Heer MARTIN brengt ter tafel een goed bewaard gebleven exemplaar van *Cyclocrinus Spaskii*, afkomstig uit Nederland (omstreken van Vollenhove aan de oevers der Zuiderzee) en hem ter bepaling voorgelegd door den Heer BISSCHOP VAN TUINEN, Leeraar aan de H. B. S. te Zwolle. Spreker wijst er op, dat dit fossiel, van ondersilurischen oorsprong, en zonder twijfel afkomstig uit Esthland, een van de zeer weinige voorwerpen is, uit voornoemde lagen hier te lande aangetroffen, en knoopt aan dit betoog eenige verdere mededeelingen vast over de bepaling van den oorsprong: zoowel van het scandinavisch als van het zuider diluvium in Nederland. Een kort opstel over het onderwerp wordt aangeboden voor de Verslagen en Mededeelingen.

— De Heer J. A. C. OUDEMANS, gehoor gevend aan het door den Heer DONDERS in zijne »Repliek op het antwoord van den Heer BOSSCHA" uitgedrukt verlangen, om den inhoud te leeren kennen van den brief van wijlen den Heer STAMKART, waarin een waarnemingsverschil van 72 microns, bij het vergelijken van meetstaven verkregen, verklaard wordt, leest de volgende zinsneden voor, op dit onderwerp betrekkelijk, en voorkomende in eene door den spreker gewaarmerkte kopie van voornoemd schrijven:

»Wij hebben bij die verrificatiën zeer getobd, waarvan de voornaamste reden, naar ik mij herinner, gelegen zijn zal in de niet zuiver getrokken strepen op onze platina el. De toestel was te zwaar om naar boven op den zolder gebragt te worden, waar wij vroeger waargenomen hebben.

De vergelijkingen hebben dus plaats gehad in een benedenkamer van het Trippenhuis, uitziende op den tuin. De verlichting was hier evenwel niet zoo goed als boven; het licht viel niet van regts en links gelijk op de verdeelstrepen van de platina el. De vergelijking met de el van VAN SWINDEN is evenwel de beste, en de beide vergelijkingen in uwe jongste letteren, waarvan de uitkomsten zijn:

$$N. = \text{prototype} + 177{,}9 + \text{etc.}$$
$$N. = \text{prototype} + 179{,}94 + \text{etc.}$$

zijn het meest te vertrouwen en, behoudens narekening, goed."

»Ik hecht het meest aan de vergelijkingen van den normaalmeter met de glazen el, die door u zal gedaan worden, om de overeenkomst te zien met mijne vergelijking met de glazen el alhier, en ik vertrouw en hoop, dat het vrij wel sluiten zal."

De Heer DONDERS zegt, dat uit de aangehaalde zinsnede niet blijkt, dat de Heer STAMKART het verschil van 72 mikrons heeft toegeschreven aan slechte verlichting. Na van den inhoud van het schrijven te hebben kennis genomen, stelt hij zich voor, dit nader in het licht te stellen. De Heer J. A. C. OUDEMANS repliceert, dat hij op zijne vraag aan den Heer STAMKART om opheldering van het verschil van 72 mikrons (tusschen het resultaat, verkregen met den platina Standaardmeter en het resultaat, verkregen met de beide andere meters) dezen brief tot antwoord kreeg, waarin over die metingen niets anders stond dan het voorgelezene, zoodat hij dat natuurlijk als een antwoord op de gedane vraag verklaren moest.

De Heer J. A. C. OUDEMANS deelt mede dat, in een weldra verschijnend stuk der Verslagen en Mededeelingen, verslag zal worden gedaan van de uitkomsten, nu onlangs door hem verkregen bij eene vergelijking van het platina kilogram met het zoogenaamde glazen kilogram van STAMKART. Dit laatste werd, na eene serie van wegingen, 1.59 milligram lichter bevonden dan in 1856. Spreker betoogt, dat dit verlies niet aan betasting kan worden toegeschreven, zoodat

ter verklaring daarvan aan weggenomen stof of neêrgeslagen waterdamp gedacht mag worden.

— De Heer STOKVIS biedt voor de boekerij der Akademie de dissertatiën aan der Heeren GODEFROY (De vochtabsorbtie uit den darm na verhooging van het keukenzoutgehalte van het bloed, in verband met de behandeling van cholera) en QUAEDVLIEG (Bijdrage tot de kennis der lotgevallen van het uitwendig aangewende Jodoform en Jodol, in verband met de verklaring der Jodoformvergiftiging), en geeft een kort overzicht van den inhoud daarvan.

— Voor dezelfde boekerij worden verder aangeboden:

1. door de Heer BIERENS DE HAAN: 1°. Nieuw Archief der Wiskunde, Deel XIV, stuk 1, en 2°. Bouwstoffen voor de geschiedenis der Wis- en Natuurkundige wetenschappen in de Nederlanden. Tweede verzameling 1887;

2. door de Heer STOKVIS: 2 exemplaren van het rapport der Commissie voor de cholera-therapie; eene vroeger door hem uitgesproken rede, en de rede, uitgesproken bij de opening van het natuur- en geneeskundig Congres.

— De Heer DE VRIES biedt, ter plaatsing in de werken der Akademie, uit naam van den Heer SURINGAR, eene verhandeling aan van den Heer Dr. J. M. JANSE te Leiden: »Ueber die Permeabilität des Protoplasma". De Voorzitter wijst als rapporteurs over dien arbeid aan de Heeren ENGELMANN en DE VRIES.

— Daar er verder niets te verhandelen is, sluit de Voorzitter de Vergadering.

VERSLAG

OVER EENE

VERHANDELING VAN Dr. J. D. R. SCHEFFER:

ONDERZOEKINGEN OVER DE DIFFUSIE VAN EENIGE ANORGANISCHE EN ORGANISCHE VERBINDINGEN.

(Voorgedragen in de Vergadering van 29 October 1887).

In de *Verslagen en Mededeelingen* werden reeds twee verhandelingen van Dr. J. D. R. SCHEFFER over de Diffusie van eenige anorganische en organische verbindingen opgenomen. Thans biedt Dr. SCHEFFER eene derde verhandeling aan, bevattende de uitkomsten van zijn voortgezet onderzoek over de diffusieverschijnselen, in het bijzonder betreffende den invloed van de sterkte der oplossing op de grootte van den diffusiecoëfficiënt.

Hij geeft eene reeks van diffusie-proefnemingen, verricht naar de eerste methode van GRAHAM, van waterige oplossingen van H_2SO_4, HCl, HNO_3, KNO_3, $NaNO_3$, $Pb(NO_3)^2$, $BaCl_2$, $CaCl_2$, $MgSO_4$, van verschillende sterkte, bij weinig uiteenloopende temperaturen. Eene tweede reeks van proefnemingen (waarbij nog eenige andere stoffen werden opgenomen: azijnz., zuringz., wijnsteenz., druivenz., citroenzuur, NH_3, Na_2CO_3, KOH), bij verschillende sterkten en temperaturen, volbracht hij naar de tweede methode van GRAHAM. Om fouten weg te nemen, die bij deze wijze van werken niet te vermijden zijn, en om de standvastigheid der temperatuur des te beter te onderhouden, heeft Dr. SCHEFFER een nieuwen toestel van kleine afmetingen zamengesteld, met welke hij zeer nauwkeurige cijfers heeft verkregen.

Het is van belang, dat de schrijver voor eenige stoffen (HCl, $CaCl_2$, $AgNO_3$) vergelijkende diffusieproeven heeft verricht, bij welke de zuur- of zoutoplossing niet in water, maar in eene oplossing van mindere sterkte diffundeerde.

Aan het einde van zijn stuk stelt hij nog eens al de door hem verkregen diffusiecoëfficiënten tabellarisch te zamen. Hij onthoudt zich wijsselijk, om uit deze cijfers reeds thans gevolgtrekkingen te maken omtrent de betrekking tusschen de diffusiecoëfficiënten van de onderzochte zuren, bases of zouten in waterige oplossing en hunne andere eigenschappen, omdat het voorhanden materiaal daartoe nog niet voldoende is. Maar wel meent hij uit zijne bepalingen de belangrijke uitkomst reeds te mogen afleiden, dat de invloed van de sterkte der oplossingen op de diffusiesnelheid aan moleculaire aggregatiën en disaggregatiën is toe te schrijven.

Graham, Schuhmeister, Weber hadden nu eens vermeerdering, dan eens vermindering van den diffusiecoëfficiënt met toenemende sterkte der oplossing bij verschillende stoffen waargenomen, zonder zich daarvan rekenschap te kunnen geven. Wroblewsky meende dat dit verschil in geenen samenhang stond met de ons bekende eigenschappen der vloeistoffen. De Heer Scheffer toont aan dat hij vermeerdering van diffusiesnelheid — vergeleken bij de diffusiesnelheid van verdunde oplossingen — met toenemende sterkte der oplossing vindt bij stoffen wier moleculen zich met watermoleculen aggregeeren (zooals HCl, HNO_3, H_2SO_4, $CaCl_2$) en daarentegen vermindering bij stoffen, wier moleculen tengevolge van de met de diffusie gepaard gaande verdunning zich nog verder desaggregeeren (zooals nitraten, $Na_2S_2O_3$, $MgSO_4$). Daarmede is in overeenstemming, dat hij de grootste veranderingen van den diffusiecoëfficiënt in positieven of negatieven zin heeft waargenomen, wanneer eene sterkere oplossing in eene minder sterke diffundeert.

Dr. Scheffer komt tot het besluit, dat er van eene diffusie-constante bij eene zekere temperatuur eerst sprake kan zijn, wanneer de oplossing zóó sterk verdund is, dat eene

verder voortgezette verdunning geene moleculaire veranderingen meer teweeg brengt.

Aangezien de medegedeelde waarnemingen van Dr. SCHEFFER opnieuw zeer te waardeeren bijdragen leveren tot de studie der diffusie in oplossingen, stellen wij gaarne aan de Akademie voor, deze verhandeling in de werken der Akademie op te nemen.

Leiden en *Utrecht*,
October 1887.

J. M. VAN BEMMELEN.
H. C. DIBBITS.

EIN NEUES UNTERSILURISCHES GESCHIEBE AUS HOLLAND.

VON

K. MARTIN.

Vor Kurzem erhielt ich durch Herrn E. Bisschop van Tuinen ein Geschiebe zur Bestimmung, welches im Museum von Zwolle sich befand und bei Vollenhove gefunden wurde. Der Ort liegt bekanntlich am Ufer der Zuiderzee gegenüber Urk, und Staring verzeichnet daselbst, gleichwie auf genanntem Eilande, skandinavisches Diluvium. Das Geschiebe ist ein ausserordentlich günstig erhaltenes Exemplar von *Cyclocrinus Spaskii Eichw.*, eine fast vollständige Kugel von 25 mm. Durchmesser, zum Theil von einem Brocken grauen Hornsteins, welcher auch das Innere des Fossils ganz ausfüllt, eingeschlossen. Ein kleiner, von der ursprünglichen Aussenfläche des Petrefakts erhaltener Theil bildet sechsseitige, durch seichte Furchen begrenzte, gewölbte Feldchen, durch welche die bekannten, sternförmigen Figuren durchtreten. Daneben ist die radiale Verästelung der Innen- und Aussenfläche des Gehäuses verbindenden Canäle besonders schön zu beobachten; die einem jeden Täfelchen entsprechenden Sterne sind regelmässig 12strahlig gebaut. Der ebenfalls erkennbare Querbruch des Gehäuses entspricht der von Roemer gegebenen Darstellung (*Lethaea palaeozoica*, Tab. III, Fig. 21[d]). Es ist somit die Richtigkeit der Bestimmung in jeder Hinsicht wohl verbürgt.

Interessant ist das Objekt zunächst dadurch, dass es untersilurischen Schichten entstammt, denn untersilurische Ge-

schiebe gehören in Holland zu den grössten Seltenheiten. Das stellte sich schon bei der ersten Untersuchung heraus, welche Roemer »über holländische Diluvialgeschiebe" publicirte (*Neues Jahrb. f. Min.* 1857, pag. 385), denn derselbe fand in einer durch Staring's Vermittelung ihm zur Bestimmung übergebenen Sammlung nur ein einziges untersilurisches Petrefakt, *Platystrophia lynx Eichw.* Eine reiche, von Ali Cohen an Roemer gesandte Sammlung holländischer Geschiebe enthielt wiederum 1 Exemplar derselben Species und ausserdem *Orthisina anomala d'Orb.* sowie *Monticulipora petropolitana Edw. Haime*, neben dem damals noch als obersilurisch angesehenen *Syringophyllum organum Edw. Haime*; unter 43 silurischen Arten waren keine anderen untersilurischen vertreten (*Neues Jahrb. f. Min.* 1858, pag. 257). Staring giebt noch 1860 an, dass untersilurische Geschiebe in Holland ganz fehlen (*de bodem van Nederland* II, pag. 99), aber offenbar nur in Folge eines Irrthums und nicht aus Zweifel an der Zuverlässigkeit des Fundortes der eben angeführten Objekte; denn gleich darauf werden (l. c. pag. 100) *Chaetetes petropolitanus* und *Spirifer lynx* unter den obersilurischen Geschieben von ihm angeführt. Als ich das reiche Material von Sedimentärgeschieben aus dem Leidener Museum untersuchte, konnte ich den bereits bekannten untersilurischen Funden keinen neuen hinzufügen (*Niederl. u. nordwestdeutsch. Sedimentärgeschiebe*, 1878); nur musste es mir derzeit noch zweifelhaft bleiben, ob das in Holland so häufige *Aulocopium variabile Mart.* dem Unter- oder dem Ober-Silur entstamme (l. c. pag. 39). Unter erratischen Gesteinen, die ich 1883 aus Overijssel beschrieb (*Aanteekeningen over errat. gest. van Overijssel—Zwolle*), fehlten untersilurische Geschiebe wiederum. Die betreffenden Spongien sind damals von mir als »obersilurisch?" bezeichnet; Roemer wiess vor Kurzem nach, dass *Aulocopium variabile* in obersilurischen Schichten von Gotland vorkomme (*Lethaea erratica*, pag. 80. — *Pal. Abhdlgn.* von Dames u. Kayser II, 5, 1885). Demnach wurden bis jetzt nur 5 Species aus Holland bekannt, welche aus untersilurischen Schichten abkünftig sind, unter ihnen sind *Syringophyllum organum* und

Monticulipora petropolitana durch eine Reihe von Exemplaren, *Cyclocrinus Spaskii*, *Platystrophia lynx* und *Orthisina anomala* nur durch Einzelfunde vertreten.

Ein weiteres Interesse beansprucht der Fund von *Cyclocrinus Spaskii* durch den Umstand, dass das genannte Fossil aus anstehenden Schichten nur von Ehstland bekannt ist, so dass das Ursprungsgebiet des betreffenden Geschiebes in den russischen Ostseeprovinzen zu suchen ist; es dürfte aus einer dem Backsteinkalke aequivalenten Schicht stammen. Für *Syringophyllum organum* nimmt ROEMER die LYCKHOLM'sche Schicht in Ehstland als Ursprungsgebiet an, während es für die dem Orthocerenkalke zuzurechnenden übrigen untersilurischen Geschiebe *) Hollands noch fraglich bleiben muss, ob sie von Schweden †) oder von den russischen Ostseeprovinzen herzuleiten sind (vgl. *Lethaea erratica* pag. 40 u. 65).

Anhangsweise möge hier noch eines in Vergessenheit gerathenen, cambrischen Geschiebes aus Holland gedacht werden, welches LUNDGREN beschrieben hat (*Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar*, II, N°. 2, pag. 44, 1874). Es fand sich unter einer grossen Zahl von Geschieben Groningens, die der dortige Bürgermeister DE SITTER der Universität Lund geschenkt hatte, und »besteht aus einem grauweissen, feinkörnigen, ziemlich harten Sandstein, der nur undeutliche Spuren von Schichtung und Schieferung zeigt" und palaeontologisch durch *Paradoxides Tessini Ang.* charakterisirt ist. LUNDGREN hebt hervor, dass das Geschiebe nicht von Schonen abkünftig sein könne, während ihm auch die Herkunft von Oeland noch zweifelhaft erschien. Nach den

---

*) Man könnte geneigt sein, *Platystrophia lynx* mit *Cyclocrinus Spaskii* auf den Backsteinkalk zurückzuführen, doch führt Staring an, dass die Species unter den Geschieben von Groningen in verkalktem Zustande angetroffen wurde (l. c.),

†) Krystallinische Gesteine, welche mit Sicherheit auf Schweden zurückgeführt werden können, kommen sowohl in Holland als im nordwestlichen Deutschland vor. So u. a. in Oldenburg, bei Gruppenbühren, ein charakteristischer Granit von ALAND (von HOLST aus Stockholm in Leiden bestimmt).

Darlegungen Roemers (*Lethaea erratica*, pag. 29) darf aber jetzt das Ursprungsgebiet dieses seltenen, sonst westlich vor der Elbe noch nicht gefundenen Gesteines auf Oeland gesucht werden. Die Massenablagerung erratischer Geschiebe bei Groningen enthält somit neben vorherrschenden gotländischen Kalken und Petrefakten von Ehstland auch vereinzelt Gesteine von Oeland.

Von cambrischen und untersilurischen Geschieben sind in Oldenburg nur die für Holland häufigsten Vorkommnisse bekannt, *Syringophyllum organum* und *Monticulipora petropolitana*, welche beide auch in diesem Theile des nordwestlichen Deutschlands ziemlich häufig gefunden werden. In dem Holland am nächsten benachbarten Ostfriesland sind nordische Sedimentärgeschiebe überhaupt noch nicht angetroffen.

Leiden, im October '87.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Zaterdag 26 November 1887.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, VAN DIESEN, SCHOLS, VAN DE SANDE BAKHUYZEN, MULDER, VAN DORP, FRANCHIMONT, VAN 'T HOFF, HOEK, ENGELMANN, MAC GILLAVRY, STOKVIS, A. C. OUDEMANS JR., KORTEWEG, TREUB, BAEHR, GUNNING, HUBRECHT, WEBER, DONDERS, FORSTER, PEKELHARING, VAN RIEMSDIJK, BEIJERINCK, ZAALJER, HOFFMANN, BRUTEL DE LA RIVIÈRE, BIERENS DE HAAN, SCHOUTE, RAUWENHOFF, VAN DER WAALS, MICHAËLIS, PLACE, en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris, en van de Letterkundige Afdeeling de Heeren: BOOT, BEETS, CAMPBELL.

— Het Proces-Verbaal der vorige vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

— Worden gelezen Brieven van dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van de navolgenden:

1°. De gedeputeerde Staten van Friesland te Leeuwarden, 9 November 1887; 2°. A. O. KIHLMAN, Bibliothecaris der Societas pro Fauna et Flora fennica te Helsingfors, 17 October 1887; 3°. E. J. HOLDEN, Directeur van het Lick Observatory te San José, 14 October 1887; 4°. P. K. KYNGDON, Secretaris der royal Society of N. S. W. te Sydney, 29 Augustus 1887; aangenomen voor bericht.

— Voorts Brieven ten geleide van boekgeschenken van de navolgenden:

1°. Het Ministerie van Binnenlandsche Zaken te 's Gravenhage, 19 November 1887; 2°. G. C. W. Bohnensieg, Conservator van Teijlers Stichting te Haarlem, October 1887; 3°. Th. Eijssell, Secretaris der Nederlandsche Juristen-Vereeniging te 's Gravenhage, 11 November 1887; 4°. Fransaglio, Secretaris van het Verein für Naturwissenschaft te Brunswijk, 22 November 1887; 5°. H. Miyake, Voorzitter van het College of Medicine, imperial University te Tokio, 1887; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de Boekerij.

— Tot de ingekomen stukken behooren: 1°. berichten van de Heeren Behrens en J. A. C. Oudemans, dat zij verhinderd zijn de vergadering bij te wonen; 2°. de mededeeling van den Heer Buys Ballot, dat hij den 10den October l.l. den 70-jarigen leeftijd bereikte, en dus onder de rustende Leden behoort te worden opgenomen.

— De verhandelingen van de Heeren Dr. Jan de Vries en Dr. J. M. Janse, waarover door de daartoe aangewezen Commissiën (de Heeren Schoute en Bierens de Haan voor gene, de Heeren Engelmann en Hugo de Vries voor deze) een gunstig rapport wordt uitgebracht, zullen in de werken der Akademie worden opgenomen.

— De Heer Gunning leest het levensbericht van wijlen het Lid der Akademie Dr. E. H. von Baumhauer, en ontvangt voor de vervulling dezer, hem door het Bestuur der Afdeeling opgedragen, taak den dank des Voorzitters. Het gesprokene zal in het eerstvolgende Jaarboek der Akademie worden opgenomen.

— De Heer Hoek spreekt over de heterocercie der beenige visschen en herrinnert er aan dat voor de oude, nog door L. Agassiz verdedigde meening, als zouden de visschen, die vóór de Jura-periode geleefd hebben, met de tegenwoordig

nog levende Selachiërs en Ganoïden, de eenige zijn, die »ongelijkhelftige" staarten bezaten, voor een ander, een nauwkeuriger inzicht in deze zaak plaats heeft moeten maken. Ook al doet de staart der beenige visschen zich bij eene eerste beschouwing als »gelijkhelftig" voor, is er geen enkele beenvisch, die niet inderdaad heterocerk is. Afbeeldingen van praeparaten van staarten van embryonen of jongen van de zeenaald (Syngnathus), van den stekelbaars (Gasterosteus), van den kleinen grondel (Gobius), van den aal (Anguilla), van den spiering (Osmerus) en van den haring (Clupea) toonen duidelijk aan, dat al deze staarten heterocerk zijn; zij doen echter tevens zien, dat de beenige stukken, op welke de stralen der staartvin rusten, bij die verschillende geslachten van Teleostiërs zeer verschillend in vorm en in aantal zijn. Omtrent de morphologische beteekenis dezer beenige stukken verkeert men nog steeds meer of min in het onzekere HUXLEY's meening, dat die stukken zouden bestaan uit twee gedeelten van verschillende morphologische waarde, werd in den laatsten tijd opnieuw door RYDER besproken. Deze meent een bewijs voor de juistheid van HUXLEY's opvatting in de struktuur van den staart van Anguilla gevonden te hebben, zooals deze door hem waargenomen werd bij een vischje van dat geslacht van ongeveer 60 m.m. lengte. RYDER deelt mede, dat hij tot het onderzoek van Anguilla gekomen was door de overweging, dat als de stukken, waarop de stralen der verschillende ongepaarde vinnen (rug-, staart- en aarsvin) ingeplant zijn, onderling homodynaam (seriaal homoloog — RYDER) zijn, men het bewijs daarvan het gemakkelijkst op het spoor zal komen bij het onderzoek van een visch, bij welken — zooals bij den aal — die verschillende vinnen uitwendig geheel ongemerkt in elkander overgaan. RYDER vond zich in die hoop niet teleurgesteld. De aan de twee laatste wervels bij den aal vastzittende beenstukken blijken elk te bestaan uit twee andere in de lengterichting met elkander vergroeide. De op twee na laatste wervel heeft in het door RYDER onderzochte ex. een eenigszins grootere lengte; deze wervel is voorzien van één bovensten (neurapophyse) en van twee onderste bogen

(haemapophysen). Los van deze onderste bogen vindt men nabij elks uiteinde een beenstukje liggen, dat als »interosseous" beschreven wordt en als vindrager dienst doet. RYDER's meening is nu, dat ook de aan den laatsten en voorlaatsten wervel van den aal gehechte beenstukken moeten opgevat worden als te bestaan uit twee onderste bogen, elk met een beenstukje vergroeid, hetwelk hier den vindrager vertegenwoordigt. Elk der twee laatste wervels zou in dat geval een combinatie van twee met elkander vergroeide wervels voorstellen, evenals dit voor de op twee na laatste wervel uit de aanwezigheid van twee onderste bogen voortvloeit.

Spreker houdt het er nu voor, dat wat hij waarnam aan het 75 m.m. lang ex. van Anguilla, RYDER's opvatting op onverwachte wijze steunt. De langere op twee na laatste wervel (van RYDER) heeft zich bij dit ex. verdeeld in twee korte wervels: van deze is de meer naar voren gekeerde zoowel van een bovensten als van een ondersten boog voorzien, terwijl de achterste uitsluitend een ondersten boog draagt: het op jeugdiger leeftijd tegen dezen laatsten boog aanliggende »interosseous" beentje is hier vast met den boog vergroeid; hier is dus geschied, wat voor de onderste bogen der twee laatste wervels en hun interossei vermoed werd geschied te zijn.

Spreker eindigt met als zijne meening uit te spreken, dat de staartvin van den haring zeer goed met die van den aal vergeleken kan worden, en dat kleine eigenaardigheden in den bouw van de staartvin van haring, sprot en spiering, het onderscheiden dezer vischsoorten in haar larvestadiën kunnen vergemakkelijken.

— De Heer BEIJERINCK handelt over de uitwassen aan de wortels der Papilionaceeën, Elaeagnaceeën, van Alnus en andere planten, en betoogt dat zij hun ontstaan te danken hebben aan de aanwezigheid van zeer kleine bacteriën, in de cellen van den meristeemgordel zeer goed te onderscheiden, doch die, na in diepere lagen te zijn doorgedrongen, hunne beweging verliezen en in bacteroïden veranderen. De

meer en meer veldwinnende meening, dat deze laatsten eene soort van aleuronkorrels zijn, wordt dus door hem verworpen. De spreker heeft grond voor het denkbeeld, dat de bedoelde bacteriën uit den bodem, waar hij ze eveneens aantrof, de wortelharen binnendringen, en zich langs dezelfde openingen der celwanden verspreiden, waardoor het protoplasma der cellen met elkander in verbinding staat. Het gelukte hem de bedoelde bacteriën op daartoe ingerichte gelatineplaten voort te kweeken.

De Heer FORSTER waarschuwt tegen de opvatting, alsof bij streepkulturen in de verkregen strepen altijds slechts ééne soort van bacterie te vinden zou zijn, en prijst eene andere methode van werken aan, hierin bestaande, dat men de te kweeken bacteriën met de halfvloeibare voedingsvloeistof dooreenmenge. Bij het spoedig daaropvolgende stollen, ontstaan dan op eene menigte verspreide punten koloniën van bacteriën, op wier zuiverheid men, daar zij van de lucht zijn afgesloten, beter bouwen kan. De Heer BEIJERINCK verklaart, dat eene dergelijke opsluiting van bacteriën, ook door hem beproefd, deze in hare vermenigvuldiging sterk belemmert, en kan niet toegeven dat de streepkulturen bij zijne proeven hen ooit min gunstige uitkomsten hebben opgeleverd. Aan de gevonden bacterie in de vroeger genoemde wortels, werd door den spreker den naam van *Bacterium radicicola* gegeven.

— De Heer DONDERS drukt den wensch uit, dat de brief van wijlen den Heer STAMKART aan den Heer J. A. C. OUDEMANS, in de vorige vergadering ter tafel gebracht, als bijlage gedrukt en door den Heer OUDEMANS moge worden toegelicht, zooals hij zal meenen te behooren. Eene door hem voorgelezene korte nota zou daaronder dan eene plaats kunnen vinden.

Verder verklaart de Heer DONDERS, dat in zijne repliek betreffende de meterzaak, aan de leden der Afdeeling toegezonden, op de voorlaatste bladzijde eene noot voorkomt, waarin gewezen wordt op een verslag der *Section Française*. Die noot heeft hier geen zin en moet dus vervallen. Spreker

had nl. de vergissing begaan, het jaartal 1878, dat het verslag draagt, voor 1887 aan te zien.

— De Heer SCHOLS biedt voor de boekerij der Akademie aan: Waterbouwkunde, door HENKET, SCHOLS en TELDERS, 2de Deel, Afd. XII, 1ste Afl.

— Daar de laatste Zaterdag in December op den 31sten valt, wordt besloten de volgende Vergadering eene week vroeger, en dus voor 24 December uit te schrijven.

— Daar er niets meer te verhandelen is, sluit de Voorzitter de Vergadering.

VERSLAG

OVER DE

VERHANDELING VAN DEN HEER **J. DE VRIES:**

»OVER KWADRUPELINVOLUTIES OP BIKWADRATISCHE KROMMEN".

(Uitgebracht in de Vergadering van 26 November 1887).

De verhandeling van den Heer DE VRIES, waarover wij verslag uitbrengen, is in vijf paragrafen verdeeld.

In de eerste paragraaf behandelt de schrijver de involutie I_4, op de algemeene kromme K^4 van den vierden graad voortgebracht door middel van een bundel van kegelsneden, waarvan de vier basispunten willekeurig op de gegeven kromme K^4 zijn aangenomen. Hij bewijst, dat ze 12 coïncidentiepunten heeft en met haar noodzakelijk een andere kwadrupelinvolutie I'_4 zoo in verband staat, dat de vereeniging van een willekeurig kwadrupel der eerste met een willekeurig kwadrupel der tweede steeds acht punten eener kegelsnee oplevert. Daaruit blijkt dan onmiddellijk, dat deze beide collocale corresiduale kwadrupelinvoluties dezelfde involutieomhullende bezitten en deze omhullende $\mathfrak{K}^6$ van de zesde klasse en van den 24sten graad drie dubbelraaklijnen heeft, welke op K^4 drie tweetallen van aan kwadrupels der beide involuties gemeenschappelijke puntenparen bepalen. En elk kwadrupel van I_4 levert drie paar raaklijnen der omhullende op, zoodat de raaklijnen van $\mathfrak{K}^6$ bij paren en bij drietallen van paren voorkomen; de involutiekromme dier paren van raaklijnen blijkt een kromme N^6 van den

zesden graad te wezen, terwijl de involutiekromme der zestallen van raaklijnen aan $\mathfrak{K}^6$ uit N^6 en de gegeven kromme K^4 bestaat.

Vervolgens bewijst de schrijver de stelling, dat niet alleen twee corresiduale involuties I_4 en I'_4 op K^4, maar ook twee door niet van elkaar afhangende bundels van kegelsneden op K^4 voortgebrachte kwadrupelinvoluties, tusschen welke verder geen verband bestaat, zes paren van punten gemeen hebben. En daarna eindigt hij de eerste paragraaf met het onderzoek naar de verschillende wijzen, waarop de kwadrupelinvolutie I_4 door kwadrupels of deelen van kwadrupels kan worden bepaald.

In de tweede paragraaf beschouwt de Heer DE VRIES eenige bijzondere gevallen. Zoo neemt hij aan, dat de gegeven kromme K^4 een, twee of drie dubbelpunten heeft, waarbij het aantal coïncidentiepunten der involutie van 12 op 10, 8 en 6 en de graad der involutieomhullende van 24 op 20, 16 en 12 daalt, daarentegen het aantal dubbelraaklijnen der omhullende van 3 tot 5, 7 en 9 klimt. Vooral merkwaardig is het geval, waarin een dubbelpunt van K^4 deel uitmaakt van de vier basispunten van den kegelsnedenbundel, die I_4 bepaalt. Dan scheidt zich dit dubbelpunt bij elk der beide involuties I_4 en I'_4 van elk kwadrupel af en gaan dus deze beide involuties over in twee corresiduale tripelinvoluties I_3 en I'_3 met een involutieomhullende $\mathfrak{K}^4$ van de vierde klasse. En nu blijkt deze omhullende $\mathfrak{K}^4$ weer de drager te zijn van twee tangentieele corresiduale tripelinvoluties i_3 en i'_3, die de gegeven kromme K^4 tot involutiekromme hebben; zoodat er een volledige reciprociteit optreedt tusschen K^4 met haar beide puntinvoluties I_3, I'_3 en $\mathfrak{K}^4$ met haar beide lijninvoluties i_3 en i'_3.

In de derde paragraaf onderzoekt de schrijver een bijzonder geval, dat zich reeds kan voordoen bij een algemeene kromme K^4, het geval dat de beide corresiduale involuties I_4 en I'_4 een kwadrupel gemeen hebben en dus niet meer van elkaar verschillen. Hij merkt op, dat de door samenvalling van I_4 en I'_4 ontstane involutie de eigenschap be-

zit, dat twee harer kwadrupels steeds acht punten eener kegelsnee vormen, waarmee dan samenhangt dat K^4 in de punten van een willekeurig kwadrupel der involutie door een kegelsnee wordt aangeraakt. Wijl deze involuties alleen van de gegeven kromme afhangen en te gelijk met deze bepaald zijn, noemt hij ze fundamentaalinvoluties F_4.

Verder bespreekt de schrijver de involutieomhullende van F_4 en de involutiekromme van de ook hier weer gepaard voorkomende raaklijnen dier omhullende; de involutieomhullende blijkt een kromme $\mathfrak{K}^3$ van de derde klasse, de involutiekromme blijkt een kromme N^3 van den derden graad te zijn. Deze beide krommen N^3 en $\mathfrak{K}^3$ zijn HESSE'sche en CAYLEY'sche kromme van het net der kegelsneden door de paren van kwadrupels der involutie F_4 bepaald. En uit het bekende aantal 28 der dubbelraaklijnen van K^4 volgt dan eindelijk, dat er 63 fundamentaalinvoluties voorhanden zijn, enz.

Wat de Heer DE VRIES in deze derde paragraaf eerst met betrekking tot eene algemeene kromme K^4 en daarna voor krommen met bijzondere punten meedeelt, is, zooals hij zelf opmerkt, niet nieuw. Alleen biedt de wijze van ontstaan der involutie F_4 uit de samenvalling van twee corresiduale involuties I_4 en I'_4 hem het middel het bekende materiaal op zeer eenvoudige wijs synthetisch te verwerken.

In de vierde paragraaf gaat de schrijver over tot kwadrupelinvoluties, die door een bundel (K^p) van krommen van den p^{den} graad op K^4 worden voortgebracht als $4p-4$ der basispunten diens bundels willekeurig op K^4 worden aangenomen. Hij bewijst, dat deze involuties in het algemeen niet door bundels van kegelsneden kunnen worden opgeleverd en ze dus te beschouwen zijn als meer algemeene kwadrupelinvoluties dan de tot hiertoe onderzochte. Achtereenvolgens blijken deze involuties ondanks haar grootere algemeenheid echter in het aantal der coïncidentiepunten, in klasse en graad der involutieomhullende en in het aantal der aan twee dier involuties gemeenschappelijke paren met de vroeger behandelde overeen te stemmen.

Alle krommen K^p, die men door $4p-3$ willekeurig op

K^4 aangenomen punten brengt, snijden K^4 verder nog in drie vaste punten. Deze opmerking stelt den schrijver in staat den bij de voortbrenging der algemeene kwadrupel-involutie gebruikten bundel (K^p) door een net $((K^p))$ van krommen K^p te vervangen. Hierdoor vindt hij als overgang tot de volgende paragraaf op een kromme K^{p-4} een involutie I_s van den graad $s = \frac{1}{2}(p+1)(p-4)$ met een involutieomhullende van de klasse $\frac{1}{2}p(p-4)(p-5)$.

In de laatste paragraaf plaatst de Heer DE VRIES zich op het ruimste standpunt en beschouwt hij de involutie I_s op een kromme K^n door een bundel (K^p) bepaald, als $np-s$ der basispunten diens bundels op K^n liggen. Voor de klasse der involutieomhullende vindt hij $\frac{1}{2}(n-1)(2s-n)+d$, waarbij d het aantal dubbelpunten van K^n aangeeft, dat zich onder de basispunten des bundels mocht bevinden. Verder blijkt het aantal coïncidentiepunten der involutie I_s en het aantal der aan twee collocale involuties I_s en I_t gemeenschappelijke paren, wat den drager K^n aangaat, alleen van het geslacht g dier kromme af te hangen, daar voor het eerste $2(g+s-1)$, voor het tweede $(s-1)(t-1)-g$ gevonden wordt. Ten slotte bewijst de schrijver dat de involutie van den tweeden rang I^2_t, die door een net van krommen op een kromme van het geslacht g wordt voortgebracht, $\frac{1}{2}(t-1)(t-2)-g$ neutrale paren heeft.

Gaarne bevelen wij de verhandeling van Dr. J. DE VRIES ter opneming in de Verslagen en Mededeelingen aan, daar zij naar onze meening met betrekking tot de voornamelijk door Duitsche wiskundigen als EMIL WEYR, BOBEK en AMESEDER ontwikkelde theorie der involuties op kromme lijnen verscheidene nieuwe gezichtspunten opent.

Amsterdam, 26 November 1887.

P. H. SCHOUTE.
D. BIERENS DE HAAN.

KWADRUPELINVOLUTIES OP BIKWADRATISCHE KROMMEN,

DOOR

J. DE VRIES.

§ I.

1. De kegelsneden van den bundel (A_2), waarvan de basis uit de punten $a_1\,a_2\,a_3\,a_4$ eener algemeene bikwadratische kromme K_4 bestaat, snijden haar in de groepen eener kwadrupelinvolutie I_4. Wordt K_4 door eene kwadratische transformatie in eene K_5 met dubbelpunten $a_1\,a_2\,a_3$ vervormd, dan gaat I_4 over in de centrale involutie, waarvan de groepen op stralen uit a'_4 liggen en de coïncidentiepunten door raaklijnen uit a'_4 worden aangewezen; I_4 heeft dus, evenals deze bizondere involutie, 12 coïncidentiepunten.

Zijn $b_1\,b_2\,b_3\,b_4$ snijpunten van K_4 met eene kegelsnede B_2, welke het kwadrupel $\alpha_1\,\alpha_2\,\alpha_3\,\alpha_4$ bevat, dan kan K_4 voortgebracht worden door de bundels (A_2) en (B_2), wanneer men de door de punten $\alpha_1\,\beta_1\,\gamma_1$ aangewezen kegelsneden laat overeenkomen, en γ_1 zoo kiest, dat het niet behoort tot de basis van den door de 13 punten a_i b_i α_i β_1 bepaalden K_4-bundel; immers dan heeft de K_4, welke (A_2) en (B_2) doen ontstaan, met de gegeven K_4 14 punten gemeen, waardoor slechts eene K_4 kan gaan.

De basispunten a_i kunnen dus vervangen worden door de groepen van eene tweede, corresiduale kwadrupelinvolutie I'_4, die daardoor gekenmerkt is, dat elke van haar groepen met elke groep der I_4 in eene kegelsnede ligt.

Daar de rechten $\alpha_1 \alpha_2$ en $\alpha_3 \alpha_4$ de kromme K_4 in de punten van een kwadrupel der corresiduale involutie snijden, hebben de twee I_4 dezelfde involutiekromme $\mathfrak{K}$ (omhullende der rechten, welke de punten van een groep onderling verbinden). De raaklijnen van $\mathfrak{K}$ door een punt $\chi_1 \equiv \xi_1$ van K_4 gaan naar $\chi_2 \chi_3 \chi_4$, $\xi_2 \xi_3 \xi_4$: $\mathfrak{K}$ is dus eene kromme der 6de klasse.

2. Tot de gemeenschappelijke raaklijnen van K_4 en $\mathfrak{K}^6$ behooren de rechten, welke door de 24 coïncidentiepunten van I_4 en I'_4 bepaald zijn. Elke der overige gemeenschappelijke raaklijnen snijdt K_4 in de punten χ' en ξ', die met het raakpunt $\chi \equiv \xi$ tot een groep van I_4 resp. I'_4 behooren, zoodat in deze rechte twee raaklijnen van $\mathfrak{K}^6$ vereenigd zijn en $\chi \equiv \xi$ een raakpunt van K_4 en $\mathfrak{K}^6$ is.

Behalve deze $\frac{1}{2}(12 \times 6 - 24) = 48 : 2 = 24$ raakpunten hebben $\mathfrak{K}^6$ en K_4 de 2×24 punten gemeen, welke de coïncidentiepunten tot kwadrupels aanvullen, omdat voor elk dezer vertakkingspunten twee raaklijnen naar $\mathfrak{K}^6$ samenvallen. $\mathfrak{K}^6$ is dus van de orde 24, zoodat zij 3 dubbelraaklijnen bezit, welke K_4 in 6 aan beide involuties gemeenschappelijke paren snijden.

3. De raaklijnen van $\mathfrak{K}^6$ vormen eene paarinvolutie I_2, in welke elke rechte door twee punten van een kwadrupel is toegevoegd aan de rechte, welke de beide overige punten verbindt. Met elk punt q op de rechte R komen dan overeen de 6 punten q', in welke R wordt gesneden door de raaklijnen van $\mathfrak{K}^6$, welke in I_2 bij de raaklijnen uit q behooren. Telkens wanneer q met een der punten q' samenvalt, zijn er nog slechts 4 van q verschillende punten q', zoodat de coïncidentiepunten van het symmetrische stelsel van den 6^{den} graad *), dat door q en q' gevormd wordt, 2 aan 2 vereenigd zijn tot een snijpunt van een paar der I_2.

»De nevenhoekpunten $n_1 n_2 n_3$ der volledige vierhoeken,

---

*) Op eene rationale kromme heeft een symmetrisch stelsel van den graad p steeds $2p$ coïncidentiepunten. Zie WEYR: »Principes d'une théorie des systèmes symétriques". *Mem. de la soc. d. sc. ph. et nat.* Bordeaux 1874_4 of *Beiträge zur Curvenlehre.* Wien 1880.

»waarvan de kwadrupels van I_4 de hoekpunten zijn, liggen »op eene kromme der 6de orde N_6".

Blijkbaar zijn de snijpunten van N_6 en K_4 de coïncidentiepunten der beide corresiduale involuties *).

4. Voor twee willekeurig op K_4 gegeven kwadrupelinvoluties kan men de bases p_i en q_i $(i = 1, 2, 3, 4)$ der K_2 bundels steeds zoo kiezen, dat zij geen punt gemeen hebben. Worden aan elke P_2 (door p_i) de krommen Q_2 toegevoegd, welke zij op K_4 snijdt, dan vormen de bundels (P_2) en (Q_2) eene (4, 4) overeenkomst. De puntreeksen, die zij op eene rechte R bepalen, zijn in (8, 8) overeenkomst, zoodat de voortgebrachte kromme van de 16de orde is. Gaat R door een basispunt, dan ontaardt de (8, 8) in eene (8, 4), zoodat p_i en q_i 4voudige punten zijn. Daar K_4 deel uitmaakt van de gevormde K_{16}, is het andere deel eene kromme L_{12} met 8 drievoudige punten.

De 24 punten, welke K_4 en L_{12} buiten p_i en q_i gemeen hebben, vormen óf paren van snijpunten van overeenkomstige krommen P_2, Q_2, óf het zijn punten t, in welke eene P_2 door eene Q_2 wordt aangeraakt.

Op elke Q_2 bepaalt (P_2) 6 punten t, n.l. de coïncidentiepunten der door (P_2) ingesneden I_4; door elk punt q gaat eene P_2, die daar door eene Q_2 wordt aangeraakt; de meetkundige plaats der punten t wordt dus door elke Q_2 in 10 punten gesneden, zoodat zij eene M_5 is. Daar I_4 op de door p gebrachte Q_2 in eene I_3 ontaardt en p dan 2 punten t tot een raakpunt van Q_2 en M_5 vereenigt, snijdt M_5 de K_4 buiten p_i, q_i in 12 punten, die ook tot L_{12} behooren. K_4 bevat dus 6 paren snijpunten van krommen P_2, Q_2, m. a. w.

»Twee kwadrupelinvoluties, welke op K_4 door K_2 bundels »worden ingesneden, hebben zes paren gemeen".

5. Eene I_4 is door een kwadrupel volkomen bepaald; elke kegelsnede door de gegeven groep wijst op K_4 vier

---

*) N_6 vormt met K_4 de involutiekromme der I_6, tot welke de raaklijnen van $\mathfrak{K}^6$ door I_4 worden gegroepeerd.

punten aan, welke de basis van den voortbrengenden (K_2) kunnen vormen.

Kent men van I_4 een tripel $a_1\,a_2\,a_3$ benevens een paar $b_1\,b_2$, dan behooren de punten $\beta_1\,\beta_2$, in welke K_4 door de rechte $b_1\,b_2$ gesneden wordt, tot de corresiduale involutie. Daar elk der 3 punten, welke K_4 met de K_2 door $a_1\,a_2\,a_3\,\beta_1\,\beta_2$ gemeen heeft, als a_4 kan beschouwd worden, bepalen de gegeven punten 3 involuties.

Zijn drie paren $a_1\,a_2$, $b_1\,b_2$, $c_1\,c_2$ gegeven, en liggen $\alpha_1\,\alpha_2$ met $a_1\,a_2$, $\beta_1\,\beta_2$ met $b_1\,b_2$ collineair, dan hebben de beide door $(\alpha_1\,\alpha_2\,c_1\,c_2)$ en $(\beta_1\,\beta_2\,c_1\,c_2)$ voortgebrachte involuties 6 gemeenschappelijke paren, die elk als $c_3\,c_4$ kunnen beschouwd worden, zoodat men de keus heeft tusschen 6 kwadrupelinvoluties.

§ II.

6. Heeft K_4 een dubbelpunt δ, dan vermindert de klasse der K_3, in welke zij door eene kwadratische transformatie kan omgezet worden, met twee; het aantal coïncidentiepunten der I_4 wordt dus 10.

Vormen χ_1 en χ_2 met δ een kwadrupel der I_4, dan wordt K_4 door $\delta\,\chi_1$ en $\delta\,\chi_2$ in punten ξ_1 en ξ_2 gesneden, die δ tot een kwadrupel der corresiduale I_4 aanvullen; $\chi_1\,\xi_1$ ($\chi_2\,\xi_2$) vervangt twee raaklijnen uit χ_1 (χ_2) en twee der raaklijnen uit ξ_1 (ξ_2) naar $\mathfrak{K}^6$, zij zijn dus beide dubbelraaklijnen der involutiekromme.

Van de 60 raaklijnen, welke K_4 en $\mathfrak{K}^6$ gemeen hebben, zijn 20 afkomstig van de coïncidentiepunten der beide involuties; de overige zijn twee aan twee tot raaklijnen in raakpunten der beide krommen vereenigd. Daar $\mathfrak{K}^6$ door K_4 in de 40 vertakkingspunten gesneden wordt, is zij van de 20ste orde; behalve de twee in δ samenkomende dubbelraaklijnen, bezit zij er nog drie, welke de gemeenschappelijke paren der beide corresiduale involuties bevatten.

Door overeenkomstige redenering komt men tot het besluit, dat I_4 op eene K_4 met 2 (3) dubbelpunten 8 (6) coïncidentiepunten heeft, en hare involutiekromme van de orde

16 (12) is, dus 7 (9) dubbelraaklijnen bezit, waarvan er door elk dubbelpunt twee gaan, en de overige door de 6 gemeenschappelijke paren van I_4 en I'_4 bepaald zijn. De beide in een dubbelpunt vereenigde punten vormen steeds een paar, dat tot alle kwadrupelinvoluties behoort.

7. Hebben op eene K_4 met een dubbelpunt δ alle groepen eener I_4 het punt δ gemeen, dan ontaardt de involutie in eene tripelinvolutie I_3, en elke groep dezer I_3 ligt met elk tripel der corresiduale I'_3 en δ in eene kegelsnede. Door eene kwadratische transformatie met fundamentaalpunten in δ en twee tot een tripel der I'_3 behoorende punten wordt I_3 omgezet in eene centrale I_3 op eene andere K_4 met dubbelpunt δ, waaruit blijkt, dat zij 8 coïncidentiepunten heeft. 16 raaklijnen van $\mathfrak{K}^4$ raken K_4 in de coïncidentiepunten der beide I_3; de overige 24 behooren tot 12 raakpunten der beide krommen. Met oog op de 16 vertakkingspunten, welke elk een coïncidentiepunt tot een tripel aanvullen, is $\mathfrak{K}^4$ van de 10de orde, dus van hetzelfde geslacht als K_4.

8. Zijn $x_1 \equiv \xi_1$ en $y_1 \equiv \eta_1$ de snijpunten van K_4 met een straal S door δ, dan wordt K_4 door de rechten $X_1 \equiv x_2 x_3$ en $\Xi_1 \equiv \xi_2 \xi_3$ in $\eta_2 \eta_3$ en $y_2 y_3$ gesneden. De beide raaklijnen der $\mathfrak{K}^4$, die op deze wijze met S overeenkomen, behooren tot de eenige paarinvolutie, tot welke de punten eener kromme van het tweede geslacht kunnen gebracht worden, zoodat hun snijpunt s op de dubbelraaklijn Δ van $\mathfrak{K}^4$ moet liggen *).

Door de tripels van I_3 en I'_3 worden de raaklijnen van $\mathfrak{K}^4$ tot twee tripelinvoluties i_3 en i'_3 gegroepeerd, die corresiduaal zijn op eene wijze reciprook overeenkomende met het verband tusschen I_3 en I'_3. Immers de raaklijnen $X_2 \equiv x_1 x_3$, $X_3 \equiv x_1 x_2$, $\Xi_2 \equiv \xi_1 \xi_3$, $\Xi_3 \equiv \xi_1 \xi_2$ komen

*) Eene I_2 op K_4, welke verschilde van de door stralen uit δ bepaalde involutie, zou uit δ geprojecteerd worden door een symmetrisch stelsel van den 2^{den} graad met de 6 raaklijnen als vertakkingsstralen. Daar zulk een stelsel niet meer dan 4 vertakkingselementen kan hebben zonder te ontaarden in een stelsel, waarin elk element met zichzelf overeenkomt, is op K_4^{10} de centrale I_2 de eenige.

samen in $x_1 \equiv \xi_1$, terwijl X_1 en Ξ_1 op Δ hun snijpunt hebben; met Δ vormen zij dus de gemeenschappelijke raaklijnen van $\mathfrak{K}^4$ en eene in twee punten ontaarde kromme der tweede klasse. Blijkbaar is K_4 de gemeenschappelijke involutie kromme van i_3 en i'_3, n.l. de meetkundige plaats der snijpunten van overeenkomstige raaklijnen. Zijn x_2 en x_3 tot een coïncidentiepunt van I_3 vereenigd, dan vormen X_2 en X_3 een coïncidentiestraal met X_1 als vertakkingsstraal.

9. Valt $s \equiv (X, \Xi)$ met een raakpunt der dubbelraaklijn Δ samen, dan is een der rechten X, Ξ met Δ vereenigd. Wordt K_4 door Δ in $b_2\, b_3\, b'_2\, b'_3$ gesneden, zoodat $\Delta \equiv B_1 \equiv B'_1$, dan is $\delta \equiv b_1 \equiv b'_1$; zijn a_1 en a'_1 de tangentiaalpunten van δ, dan gaan de raaklijnen A_1 en A'_1 van $\mathfrak{K}^4$ door haar raakpunten met Δ.

De meetkundige plaats der nevenhoekpunten $n_1 \equiv (\delta\, x_1, x_2\, x_3) \equiv (S, X_1)$ snijdt S in twee punten, die op elke raaklijn uit δ naar K_4 samenvallen; op eene willekeurige rechte bepaalt zij de coïncidentiepunten eener (4, 2) overeenkomst, in welke q als punt van eene raaklijn X_1 aan 4 punten op stralen S, als punt op een straal S aan 2 punten op raaklijnen X, Ξ is toegevoegd. Op Δ ontaardt (4, 2) in de (1, 1) der puntreeksen, die door $s \equiv (X, \Xi)$ en (S, Δ) worden doorloopen; N_6 heeft dus dubbelpunten in de coïncidentiepunten dezer (1, 1), en daar zij in δ een viervoudig punt bezit, is ook zij eene kromme van het geslacht twee *).

10. Met de centrale I_3 op stralen uit p heeft I_3 de beide paren gemeen, welke gelegen zijn op de raaklijnen der $\mathfrak{K}^4$ naar de punten, die met p een tripel der I'_3 vormen. Nu kan van twee willekeurige tripelinvoluties door kwadratische transformatie van K_4 eene in eene centrale I_3 op de nieuwe K_4 omgezet worden; derhalve hebben twee I_3 steeds 2 paren gemeen. Zijn de involuties corresiduaal, dan liggen deze paren op de dubbelraaklijn hunner $\mathfrak{K}^4$.

---

*) Omdat het snijpunt s der beide door S bepaalde raaklijnen der $\mathfrak{K}^4$ steeds op Δ ligt, kan N_6 geen dubbelpunt buiten Δ bezitten.]

Op dergelijke wijze blijkt, dat I_3 met eene collocale I_4 4 paren gemeen heeft.

11. Liggen op eene K_4 met dubbelpunten δ en δ' de groepen eener I_3 in kegelsneden door δ, dan vormen de beide in δ' vereenigde punten een gemeenschappelijk paar van I_3 en I'_3. De punten a en α, welke δ' tot tripels aanvullen, worden dan door eene K_2 verbonden, die in δ' vier punten met K_4 gemeen heeft, dus in $\delta\,\delta'$ en een straal door δ' ontaardt, die voor elk der punten a, α twee raaklijnen van $\mathfrak{K}^4$ vervangt, dus eene tweede dubbelraaklijn der involutiekromme is.

Daar men door kwadratische transformatie 6 coïncidentiepunten der I_3 kan aantoonen, heeft $\mathfrak{K}^4$ met K_4 10 raakpunten en 12 vertakkingspunten gemeen, zoodat zij van de 8ste orde, en evenals K_4 van het eerste geslacht is. Ook kan gemakkelijk bewezen worden, dat elk der beide krommen de involutiekromme is van twee door de andere gedragen corresiduale involuties. Daar $\delta\,\delta'$ twee der 6 raaklijnen vervangt, welke $K^{10}{}_4$ en $N^{14}{}_6$ uit δ gemeen hebben, wordt δ' een derde dubbelpunt op N_6, en gaat deze ook in eene kromme van het geslacht 1 over.

De paarinvoluties I_2, in welke eene I_4 ontaardt, wanneer alle kwadrupels δ en δ' gemeen hebben, zijn uitvoerig behandeld door Ameseder in »Ueber Configurationen und Polygone", *Wiener Sitzungsberichte*, 1886, Bd. XCIII. De involutiekromme is in dat geval eene $\mathfrak{K}^2$, die K_4 4 maal raakt.

§ III.

12. Daar eene I_4 door een kwadrupel volkomen bepaald is, zullen twee corresiduale I_4, welke een kwadrupel gemeen hebben, identiek worden. In dat geval wordt K_4 in de punten van elke groep door eene K_2 aangeraakt en liggen de raakpunten van twee tot hetzelfde stelsel behoorende 4 maal rakende kegelsneden op eene derde K_2; de door een kwadrupel bepaalde ontaarde kegelsneden geven dus drie nieuwe kwadrupels der involutie, die fundamentaalinvolutie

(F_4) kan genoemd worden, omdat aanstonds zal blijken, dat zij te gelijk met K_4 gegeven is.

De involutiekromme ontaardt in eene $\mathfrak{K}^3$, welke K_4 in de 24 vertakkingspunten snijdt en de raaklijnen in de 12 coïncidentiepunten met haar gemeen heeft, terwijl de overige gemeenschappelijke raaklijnen door 12 dubbelraaklijnen van K_4 vertegenwoordigd zijn. Eene F_4 kan dus bepaald worden door een kwadrupel te vormen uit de raakpunten van twee dubbelraaklijnen; daar de 28 dubbelraaklijnen tot 378 paren kunnen gerangschikt worden en elke F_4 6 paren bevat, zijn er 63 stelsels van 4 maal rakende kegelsneden.

De nevenhoekpunten der kwadrupels van F_4 worden door eene N_3 verbonden; immers de zijden van elken volledigen vierhoek vormen als raaklijnen eener $\mathfrak{K}^3$ drie paren eener fundamentale kwadratische involutie van corresponderende raaklijnen, waarvan N_3 de involutiekromme is; tevens is zij de Hessiana van het $K_2 =$ net, waartoe, behalve de 4 maal rakende kegelsneden, ook de K_2 behooren, welke twee groepen van raakpunten bevatten, waarvoor $\mathfrak{K}^3$ de Cayleyana is. Het bij elke F_4 behoorende $K_2 =$ net bevat 15 kegelsneden, welke de raakpunten van 4 dubbelraaklijnen verbinden, en 12 kegelsneden, die K_4 2 maal raken en verder 4 op elkander volgende punten met haar gemeen hebben; deze 12 undulatiepunten liggen op N_3 *).

13. Op eene K_4 met dubbelpunt δ bevat elke F_4 een kwadrupel, dat uit δ en de raakpunten t, t' van twee uit δ getrokken raaklijnen T, T' bestaat. De kegelsneden, welke de groepen van F_4 met δ, t, t' verbinden, behooren dan tot een bundel (D_2) met vaste raaklijn in δ; de punten, welke deze nog met K_4 gemeen heeft, vormen dus een kwadrupel met de beide op $t\,t'$ gelegen punten. $\mathfrak{K}^3$ raakt K_4 in t, t' en snijdt haar in 20 vertakkingspunten; de aan beide krommen gemeenschappelijke raaklijnen zijn vertegenwoordigd door 10 raaklijnen in coïncidentiepunten, de dubbel tellende T, T' en 8 dubbelraaklijnen der K_4.

---

*) Eene analytische afleiding dezer eigenschappen vindt men in SALMON-FIEDLER, *Höhere ebene Curven*, 2te Aufl. Seite 293.

De 120 paren dubbelraaklijnen behooren 4 aan 4 tot 30 stelsels 4 maal rakende kegelsneden; daar elk stelsel twee raaklijnen uit δ bevat, behoort elk paar T, T' tot 2 stelsels F_4; door δ, t, t' gaan dus twee bundels (D_2) *).

14. Door T wordt, in verbinding met eene dubbelraaklijn Δ eene fundamentale F_3 bepaald, waarvan de groepen bestaan uit raakpunten van 3 maal rakende, door δ getrokken kegelsneden. Hare involutiekromme is eene $\mathfrak{K}^2$ door de 8 vertakkingspunten, die met K_4 de raaklijnen der coïncidentiepunten benevens 6 dubbelraaklijnen Δ gemeen heeft, welke met de raaklijnen T de ontaarde kegelsneden der F_3 vormen. Verbindt men eene T achtereenvolgens met elke der 16 Δ, dan verkrijgt men de 16 stelsels F_3, welke K_4 toelaat.

$\mathfrak{K}^2$ vormt met δ de Cayleyana van het $K_2 =$ net, waartoe de 3 maal rakende K_2 en de K_2 door twee tripels behooren; de Hessiana is eene N_3 met dubbelpunt δ, die K_4 in 8 undulatiepunten van elders rakende K_2 ontmoet en de raaklijnen T in de punten snijdt, welke zij met de toegevoegde Δ's gemeen hebben.

15. Heeft K_4 een keerpunt ϱ, dan zijn in t, t' (zie 13) telkens drie snijpunten van K_4 en $\mathfrak{K}^3$ vereenigd, zoodat T en T' elk driemaal als gemeenschappelijke raaklijn in rekening gebracht worden; behalve de raaklijnen der 9 coïncidentiepunten der F_4 hebben zij dus 6 dubbelraaklijnen gemeen. De 10 dubbelraaklijnen behooren 6 aan 6 tot 15 stelsels 4 maal rakende kegelsneden, zoodat elk paar T, T' slechts in eene F_4 voorkomt.

De beide tripels, welke op eene K_4 met dubbelpunt tot eene F_3 behooren, vereenigen zich tot een, als δ in een keerpunt ϱ overgaat, waardoor K_4 twee raaklijnen uit ϱ met $\mathfrak{K}^2$ gemeen heeft. Van de 6 raaklijnen T vormen dus slechts 4 met 4 dubbelraaklijnen eene ontaarde, 3 maal rakende K_2; het aantal stelsels F_3 is derhalve ook 15 †).

---

*) Andere eigenschappen der F_4 vindt men in Bobek, Ueber Curven 4ter O. vom Geschlechte 2 (Bd. LIII der *Denkschrifte der K. Ak. d. Wiss. in Wien*).

†) Deze uitkomsten zijn analytisch afgeleid door Bobek, l. c.

16. Op eene K_4 met dubbelpunten δ_1, δ_2 wordt eene F_4 gevormd door de raakpunten der tot de verschillende paarinvoluties I_2 behoorende involutiekegelsneden $\mathfrak{K}^2$. Immers, daar eene I_2 door een paar bepaald is, kan men een punt χ in de beide, corresiduale, I_2 toevoegen aan zijn beide tangentiaalpunten; χ is dan een der raakpunten van $\mathfrak{K}^2$ met K_4. Tot deze F_4 behooren 4 paren dubbelraaklijnen, waarvan de 4 snijpunten de involutiekrommen $\mathfrak{K}^1$ der fundamentale paarinvoluties zijn *). De $\mathfrak{K}^3$ der bedoelde F_4 heeft met K_4 8 dubbelraaklijnen en de raaklijnen der 8 coïncidentiepunten gemeen, en snijdt haar in 16 vertakkingspunten; daar de punten δ_1 en δ_2 een kwadrupel vormen, is de rechte $\delta_1 \delta_2$ eene dubbelraaklijn der involutiekromme, zoodat deze rationaal is en met K_4 verder geen punten gemeen heeft.

Elke andere F_4 bevat twee kwadrupels, welke uit δ_1 (δ_2) met twee punten t_1 (t_2) en t'_1 (t'_2) bestaan, voor welke δ_1 (δ_2) het tangentiaalpunt is. Hare $\mathfrak{K}^3$ raakt K_4 in de 4 punten t, en heeft met haar, behalve de raaklijnen der 8 coïncidentiepunten, nog 4 dubbelraaklijnen gemeen. Van de 28 paren dubbelraaklijnen behooren 4 tot de boven besproken F_4; de overige 24 bepalen, 2 aan 2 genomen, 12 involuties F_4; elk paar raaklijnen uit δ_1 (δ_2) komt dus in 2 dier stelsels voor.

§ IV.

17. Door een krommenbundel (K_p), waarvan zich $(4p-4)$ basispunten op K_4 bevinden, wordt eene kwadrupelinvolutie bepaald, die in het algemeen niet door een (K_2) kan ingesneden worden. Wanneer (K_2) en (K_p) dezelfde involutie projecteren, komen zij een aan een overeen en vormen eene

*) Zie AMESEDER, l. c. § 2. De boven behandelde F_4 is door AMESEDER niet opgemerkt. Eene in § 3 besproken F_8 heeft, volgens den schrijver, 24 coïncidentiepunten; dit is in tegenspraak met de in § V van dit opstel bewezen eigenschap, welke aan eene I_8 op eene kromme van het 1ste geslacht slechts 16 zulke punten toekent.

K_{p+2}, die uit K_4 en eene K_{p-2} is samengesteld. De K'_2, welke het door K'_p bepaalde kwadrupel bevat, snijdt K_4 in 4 punten, die men als basis der (K_2) kan beschouwen. Door de $(2p-4)$ overige doorsneden van K'_2 en K'_p en $\frac{1}{2}(p-2)(p-3)$ buiten K_4 gelegen basispunten van (K_p), d. z. dus $\frac{1}{2}(p-2)(p+1)$ punten, gaat eene K_{p-2}, welke ook de overige buiten K_4 gelegen basispunten van (K_p) moet bevatten, zoodra $p > 4$. Regelt men de projectiviteit van (K_2) en (K_p) zoo, dat twee andere K_p de toegevoegde K_2 in de punten u, v der K_{p-2} snijden, dan heeft de door beide bundels gevormde K_{p+2} met K_{p-2} gemeen $(p-2)^2$ basispunten, $(2p-4)$ snijpunten van K'_2 en K'_p, benevens de punten u, v, d z. dus $(p-2)p+2$ punten. Daar nu p^2-2p+2 slechts voor $p < 3$ grooter is dan $(p+2)(p-2)$, zal K_{p-2} geen deel uitmaken van K_{p+2}.

Is $p = 3$, dan kan men een buiten K_4 gelegen snijpunt van K'_2 en K'_3 met het 9de basispunt van (K_3) door eene K_1 verbinden en twee paar door willekeurige punten der K_1 aangewezen krommen laten overeenkomen; de daardoor gevormde K_5 zal in het algemeen niet in $K_1 + K_4$ ontaarden. Op dezelfde wijze blijkt, dat voor $p = 4$ de door 4 basispunten van (K_4) en een snijpunt van K'_2 en K'_4 bepaalde K_3 zich niet als deel zal afscheiden van de voortgebrachte K_6.

18. De paren, welke de door (K^c) ingesneden I_4 met de centrale I_4, uit het punt o, gemeen heeft, behooren tot eene kromme L, welke ontstaat, als men aan de stralen K_1 de krommen K_p toevoegt, door welke zij op K_4 gesneden worden. Op de rechte R worden dan door (K_1) en (K_p) twee puntreeksen in $(4, 4p)$ overeenkomst bepaald, zoodat L, wanneer men in aanmerking neemt, dat 4 coïncidentiepunten der beide reeksen tot K_4 behooren, van de orde $4p$ is. Gaat R door een op K_4 gelegen basispunt β, dan vormen de puntreeksen eene $(4, 4p-4)$; hebben alle K_p in een punt δ van K_4 dubbelpunten, dan wordt de overeenkomst eene $(4, 4p-8)$; L gaat dus 3 maal door elk punt β en 7 maal door elk punt δ. Bevat K_4 d punten δ, dus $(4p-4-2d)$ punten β, dan hebben K_4 en L behalve de

punten β, δ nog $16p-7d-3(4p-4-2d) = 4p+12-d$ snijpunten.

Wordt elke K_p toegevoegd aan haar poollijn K_{p-1} naar o, dan ontstaat eene kromme M van de orde $(2p-1)$, die door de raakpunten der uit o aan (K_p) getrokken raaklijnen gaat. Daar de puntreeksen, welke (K_p) en (K_{p-1}) op eene rechte door β of δ bepalen, eene $(p-1, p-1)$ of eene $(p-2, p-2)$ overeenkomst vormen, gaat M door alle punten β en 3 maal door elk punt δ; zij snijdt K_4 buiten deze punten nog in $4(2p-1) - 3d - (4p-4-2d) = 4p-d$ punten, die tot de $(4p+12-d)$ doorsneden van K_4 en L behooren: de overige 12 vormen 6 op stralen K_1 gelegen paren.

»Alle op eene algemeene K_4 door krommenbundels inge-»sneden kwadrupelinvoluties hebben eene involutiekromme »van de zesde klasse."

19. Elk punt p van K_4 wordt door 3 raaklijnen der $\mathfrak{K}^6$ verbonden met de punten, die p tot een kwadrupel aanvullen; de overige 3 bevatten elk een paar der I_4 benevens een punt p', dat met p tot een symmetrisch stelsel $(p, p')_3$ behoort, waarin met elk punt p drie punten p' overeenkomen, en p een der 3 punten is, welke door p' bepaald zijn.

De stralen X uit o, welke I_4 projecteren, vormen een symmetrisch stelsel $(X, X')_{12}$. Is X raaklijn van $\mathfrak{K}^6$, dan valt hij samen met twee stralen X', vertegenwoordigt dus 2 coïncidentiestralen van het stelsel; de overige 12 gaan door de coïncidentiepunten van I_4.

»Op eene algemeene K_4 heeft elke door een krommen-»bundel voortgebrachte I_4 12 coïncidentiepunten; de bun-»del bevat dus 12 krommen, welke K_4 raken".

Langs denzelfden weg vindt men, dat ook $(p, p')_3$ 12 coïncidentiepunten bezit.

20. De raaklijnen der $\mathfrak{K}^6$ worden door $(p, p')_3$ tot een stelsel $(T, T')_4$ gebracht, waarin de raaklijn T, welke de punten p en p' bevat, is toegevoegd aan de rechten T', die elk dezer punten verbinden met de overige in $(p, p')_3$ met hun overeenkomende punten.

Het stelsel $(T, T')_4$ snijdt eene rechte R in een symmetrisch stelsel $(q, q')_{24}$, waarin de punten q' gelegen zijn op de 4×6 raaklijnen T', die bij de 6 in q samenkomende lijnen T behooren. Ligt $q \equiv p$ op K_4, dan leveren de raaklijnen pp', pp'', pp''', elk slechts 2 raaklijnen T', die niet door p gaan, zoodat q met 6 punten q' tot een 6-voudig coïncidentiepunt vereenigd is. De overige coïncidentiepunten van $(q, q')_{24}$ ontstaan uit vertakkingspunten van $(p, p')_3$; immers, is $p' \equiv p''$, dan gaat door p nog slechts ééne van T verschillende T', terwijl p' er twee levert; één punt q' is met q vereenigd; $(p, p')_3$ heeft dus 24 vertakkingspunten.

21. Door 24 gemeenschappelijke raaklijnen van $\mathfrak{K}^6$ en K_4 wordt de laatste in de coïncidentiepunten der beide stelsels aangeraakt; op de overige komt het raakpunt met één tangentiaalpunt in I_4, met het andere in $(p, p')_3$ overeen, zoodat het een raakpunt van K_4 en $\mathfrak{K}^6$ is. Daar de beide krommen behalve de 24 raakpunten nog de 2×24 vertakkingspunten gemeen hebben, is $\mathfrak{K}^6$ van de orde 24.

»De involutiekromme der I_4, welke (K_p) op eene algemeene K_4 voortbrengt, is van de 24ste orde; hare 3 dubbelraaklijnen bevatten elk twee paren der I_4".

22. Omdat alle krommen K_p, die met K_4 $(4p-3)$ punten gemeen hebben, haar in 3 vaste punten snijden, verandert de door (K_p) bepaalde I_4 niet, wanneer een buiten K_4 gelegen basispunt door een ander vervangen wordt; I_4 is dus volkomen bepaald door een net $((K_p))$, waarvan de basis uit de $(4p-4)$ op K_4 gelegen basispunten van den oorspronkelijken bundel en $\frac{1}{2}(p-4)(p-1)$ tot eene K_{p-4} behoorende punten is samengesteld.

De stralen X door het punt o worden door $((K_p))$ in eene involutie van den p^{den} graad en 2^{den} rang I^2_p gesneden, die $\frac{1}{2}(p-1)(p-2)$ neutrale paren (basispunten van in het net begrepen bundels) bevat *).

De $\frac{1}{2}(p-1)(p-2)$ punten, die met o tot de basis van

*) Involuties van hoogeren rang op rationale krommen worden behandeld door WEYR, *Beiträge zur Curvenlehre*, Wien 1880, S. 35.

een (K_p) behooren, vormen op evenzoovele stralen X met o neutrale paren, zoodat de meetkundige plaats P deze paren van de orde $\frac{3}{2}(p-1)(p-2)$ is. Gaat X door een punt der basis van $((K_p))$, dan ontaardt $I^2{}_p$ in eene $I^2{}_{p-1}$ met $\frac{1}{2}(p-2)(p-3)$ neutrale paren; van de ontbrekende paren ligt een punt in het basispunt: zij behooren tot de basis van een (K_p), waarvan de krommen in het bedoelde basispunt een gemeenschappelijke raaklijn bezitten. P heeft dus $(p-2)$ voudige punten in de basis van $((K_p))$. Buiten de $(4p-4)$ vaste punten wordt K_4 door P in $6(p-1)(p-2) - (4p-4)(p-2) = 2(p-1)(p-2)$ punten gesneden.

Daar I_4 slechts 6 met o collineaire paren bezit, worden de overige doorsneden van P en K_4 door punten van K_{p-4} tot neutrale paren aangevuld; hun aantal bedraagt $2(p^2-3p+2) - 12 = 2(p^2-3p-4)$. Op K_{p-4} bepaalt P dus buiten de $\frac{1}{2}(p-4)(p-1)$ basispunten en de $2(p+1)(p-4)$ aanvullende punten nog $\frac{3}{2}(p-1)(p-2)(p-4) - \frac{1}{2}(p-4)(p-1)(p-2) - 2(p+1)(p-4) = p(p-4)(p-5)$ punten, die twee aan twee op stralen X liggen. De involutiekromme der op K_{p-4} bepaalde I_s $(s = \frac{1}{2}(p+1)(p-4))$ is dus van de klasse $\frac{1}{2}p(p-4)(p-5)$.

Voor het aantal coïncidentiepunten dezer I_s vindt men door projectie uit o (zie 19) $2(p-3)(p-4)$, terwijl de involutie, welke $((K_p))$ op eene algemeene K_p bepaalt, $2(p-1)(p-2)$ coïncidentiepunten heeft. Deze beide getallen verschillen $(8p-20)$, terwijl I_4 slechts 12 coïncidentiepunten bezit. Elk dubbelpunt der uit K_4 en K_{p-4} samengestelde K_p vertegenwoordigt dus $(8p-32) : (4p-16)$ of 2 coïncidentiepunten.

§ V.

23. Eene K_n kan door een (K_p) in de groepen eener I_s gesneden worden, zoo zich op haar $(np-s)$ basispunten bevinden.

De straal X door het punt o wordt door de krommen K_p, welke hij op K_n snijdt, nog in $(pn-1)$ punten ont-

moet, waarvan de meetkundige plaats L van de orde $(np-n+s)$ is, daar zij in o een s-voudig punt heeft; immers op de stralen naar de doorsneden van K_n met de door o bepaalde K_p komt een der $n(p-1)$ punten in o. In elk der op K_n gelegen basispunten heeft L een $(n-1)$voudig punt, waarin $(n-1)$ der $n(p-1)$ punten vereenigd zijn.

De meetkundige plaats M der raakpunten der uit o aan (K_p) getrokken raaklijnen kan voortgebracht worden door elke K_p met haar poollijn K_{p-1} ten opzichte van o te laten overeenkomen; zij is van de orde $(2p-1)$ en heeft (zie 18) de $(np-s)$ basispunten met K_n gemeen, zoodat zij $n(2p-1)-(np-s)=np-n+s$ raakpunten eener K_p met een X op K_n bepaalt. Daar deze ook tot L behooren, liggen $n(np-n+s)-(np-s)(n-1)-(np-n+s)=(n-1)(2s-n)$ snijpunten van L en K_n paarsgewijze op stralen uit o.

Daar M niet van K_n afhangt, kan een dubbelpunt δ van K_n alleen invloed hebben op L. Nu gaat door δ slechts eene K_p; elk van haar overige snijpunten met $o\,\delta$ vervangt er dus twee, zoodat X, even als wanneer hij K_n raakt, eene $(p-1)$voudige raaklijn van L is.

Bevindt zich in δ een basispunt, dan vereenigen zich daar $n-2$ punten, n.l. van elk der door $o\,\delta$ aangewezen krommen één, waardoor δ een $(n-2)$voudig punt van L wordt. In de basis hebben L en K_n dan $2(n-2)+$ $+(np-s-2)(n-1)=(np-s)(n-1)-2$ punten gemeen, dus 2 minder dan op eene algemeene K_n.

Heeft de basis van (K_p) in δ een dubbelpunt, dan bevat $o\,\delta$ buiten δ $(n-2)(p-3)+2(p-2)=np-3n+2$ punten van L, zoodat δ een $(2n-2)$voudig punt is. Dan zijn in de basispunten $2(2n-2)+(np-s-4)(n-1)=$ $=(np-s)(n-1)$ doorsneden vereenigd, dus evenveel als op de algemeene K_n. Maar nu heeft M in δ een 3voudig punt (zie 18), waardoor van haar snijpunten met K_n $np-s+2$ in de basispunten liggen, zoodat het aantal der aan K, L en M gemeenschappelijke punten 2 kleiner, het aantal der met o collineaire paren 1 grooter wordt.

»De involutiekromme $\mathfrak{K}$ eener I_s, welke op K_n wordt in»gesneden door een (K_p), die in d dubbelpunten van K_n ba-

»sispunten heeft, is van de klasse $k = \frac{1}{2}(n-1)(2s-n) +$ »$+ d''$.

24. Wordt op eene K_n met D dubbelpunten eene I_s voortgebracht door een (K_p), waarvan d basispunten in dubbelpunten van K_n liggen, dan vormen de stralen X, welke hare groepen uit o projecteren, een symmetrisch stelsel van den graad $n(s-1)$. Alle stralen, die een paar der I_s bevatten — en daartoe behooren ook de stralen naar de $(D-d)$ dubbelpunten, waarin zich geen basispunten bevinden — vervangen twee coïncidentiestralen van het stelsel, omdat zij met twee stralen X' vereenigd zijn; de overige gaan door de coïncidentiepunten der involutie. Hun aantal bedraagt $\gamma = 2n(s-1) - 2\{\frac{1}{2}(n-1)(2s-n) + d + (D-d)\} =$ $= (n-1)(n-2) - 2D + (2s-2)$, of, als g het geslacht van K_n voorstelt, $\gamma = 2(g + s-1)$.

»Alle op eene kromme van het geslacht g door bundels »ingesneden involuties I_s hebben $2(g + s-1)$ coïncidentie»punten".

Voor $g = o$ verkrijgt men het bekende aantal $2(s-1)$, terwijl de voor K gevonden uitdrukking eerst tot het bekende getal $(n-1)(s-1)$ leidt, wanneer de $\frac{1}{2}(n-1)(n-2)$ in de dubbelpunten gelegen paren worden afgescheiden.

25. Van de k raaklijnen der involutiekromme, welke in een punt p van K_n samenkomen, gaan $(s-1)$ naar de punten, die met p eene groep van I_s vormen; op elke der overige behooren $(n-3)$ punten p' met p tot een stelsel (p, p') van den graad $t = (n-3)(k-s+1)$, dat uit o geprojecteerd wordt door een symmetrisch stelsel (X, X') van den graad nt.

Elke aan $\mathfrak{K}$ rakende X bevat $n-2$ aan elkander toegevoegde punten van (p, p'), die ieder $n-3$ langs X vallende stralen X' bepalen, zoodat er een $(n-2)$ $(n-3)$voudige coïncidentiestraal ontstaat. De overige $2nt - k(n-2)(n-3)$ gaan door de coïncidentiepunten van (p, p'), waarvan het aantal dus is $c = (n+1)(n-2)(n-3)s + (n+2)(n-3)d -$ $- \frac{1}{2}n(n-2)(n^2-9)$.

Door (p, p') worden de raaklijnen der $\mathfrak{K}$ tot een stelsel (J, J') van den graad $r = (n-2)(k-s)$ gebracht, waarin

de met J overeenkomende lijnen J' de punten van (p, p') bevatten, die door de $n-2$ op J gelegen punten p bepaald zijn. Het symmetrische stelsel (q, q'), dat op de rechte R door (J, J') wordt aangewezen, is van den graad $k r$; de punten q' liggen op de lijnen J', die toegevoegd zijn aan de in q samenkomende lijnen J. Ligt q op K_n, dan leveren de $(k-s+1)$ daar convergerende raaklijnen, welke de overeenkomstige punten van (p, p') bevatten, ieder $(k-s)$ lijnen J' minder dan wanneer q zich buiten K_n bevindt, zoodat er een $(k-s)(k-s+1)$voudig coïncidentiepunt wordt gevormd. De overige $v = 2kr-n(k-s)(k-s+1)$ coïncidentiepunten van (q, q') ontstaan door vereeniging van twee in p samenkomende raaklijnen J, J', hetgeen op twee manieren mogelijk is: 1. het op J' gelegen paar van I_s valt samen met het op J gelegen paar, zoodat p een punt der involutiekromme is; 2. $J \equiv J'$ bevat twee paren van I_s, is dus eene dubbelraaklijn van $\mathfrak{K}$. In het tweede geval leveren de beide paren van I_s $4(k-s)$ raaklijnen J', de overige $(n-4)$ punten van J elk $(k-s-1)$ raaklijnen; in plaats van $2(n-2)(k-s)$ lijnen J' komen met de dubbelraaklijn slechts $n(k-s)-(n-4)$ van haar verschillende raaklijnen overeen, zoodat q een $(k-s+1)(n-4)$voudig coïncidentiepunt wordt. Is Δ het aantal dubbelraaklijnen van $\mathfrak{K}$, dan zijn er dus $v-(k-s+1)(n-4)\Delta$ coïncidentiepunten van (q, q'), die door een snijpunt van $\mathfrak{K}$ en K_n ontstaan.

26. Op eene gemeenschappelijke raaklijn van $\mathfrak{K}$ en K_n is het raakpunt een coïncidentiepunt van I_s of (p, p'), of het vormt met een van zijn tangentiaalpunten een paar van I_s, is dus, wegens het samenvallen van twee raaklijnen, een raakpunt der beide krommen. Behalve deze

$$w = \tfrac{1}{2}\{k(n^2-n-2D)-(\gamma+c)\}$$

raakpunten hebben $\mathfrak{K}$ en K_n de $\gamma(s-2)$ vertakkingspunten van I_s gemeen, benevens de bovengenoemde $v-(k-s+1)(n-4)\Delta$ punten p, voor welke J met eene J' vereenigd is. Daar $k(k-1)-2\Delta$ de orde van $\mathfrak{K}$ voorstelt, kan Δ berekend worden uit de vergelijking:

$$n(k^2-k-2\Delta)=2w+\gamma(s-2)+v-(k-s+1)(n-4)\Delta,$$

waaruit

$$\Delta=\{nk(k-1)-2w-\gamma(s-2)-v\}:\{2n-(k-s+1)(n-4)\}.$$

Voor $n=4$, $s=4$ wordt $k=6$, $\gamma=12$, $c=12$, $r=4$, $v=24$, $w=24$ en $\Delta=3$, hetgeen met de in § IV verkregen uitkomst strookt.

27. De paren, welke twee op K_n ingesneden involuties I_s, I_t gemeen hebben, liggen op de kromme L, die voortgebracht wordt door de bundels (K_p) en (K_q), wanneer men twee elkander op K_n snijdende krommen laat overeenkomen. De puntreeksen, welke deze bundels op de rechte R bepalen, vormen eene (qs, pt) overeenkomst, zoodat L, na afscheiding van K_n, eene kromme van de orde $(qs+pt-n)$ wordt. Uit de vermindering van het aantal coïncidentiepunten voor het geval dat R door een basispunt gaat, blijkt, dat de op K_n gelegen basispunten van (K_p) of (K_q) $(t-1)$ — of $(s-1)$ — voudige punten van L zijn, terwijl elk der h gemeenschappelijke basispunten een $(s+t-1)$voudig punt is. Buiten de $(np-s-h)+(nq-t-h)+h$ punten der bases hebben L en K_n dus $n(qs+pt-n)-(np-s-h)(t-1)-(nq-t-h)(s-1)-h(s+t-1)=n(p+q-n)+2st-(s+t+h)$ punten gemeen.

De hieronder begrepen, op K_n gelegen, raakpunten van (K_p) met (K_q) behooren tot eene kromme M van de orde $(2p+2q-3)$. Immers de involutie met groepen van $(pq-h)$ punten, welke (K_p) op eene K_q voortbrengt, bezit $(q^2-3q+2pq-2h)$ coïncidentiepunten, waarvan er in elk basispunt van (K_q), dat niet tot de basis van (K_p) behoort, op eene bepaalde K_q één wordt aangetroffen. Om te vinden hoe vaak dit in elk der h punten geschiedt, kan men (K_p) met (K_q) projectief laten overeenkomen door twee elkander in het gemeenschappelijke basispunt aanrakende krommen te koppelen. Daardoor ontstaat eene K_{p+q} met welke elke K_q gemeen heeft $(h-1)$ dubbelpunten, (q^2-h) basispunten van (K_q) en $(pq-h-1)$ snijpunten met de overeenkomstige K_p, samen $(pq+q^2-3)$ punten, waaruit

blijkt, dat K_{p+q} een 3voudig punt bezit, in hetwelk drie krommen K_q een coïncidentiepunt der op hun bepaalde involutie hebben. M heeft dus met elke K_q $(q^2-3q+2pq-2h)+$ $+(q^2-h)+3h = q(2p+2q-3)$ punten gemeen; daar zij ook de basispunten van (K_p) bevat, snijdt zij K_n buiten de bases in $n(2p+2q-3)-(np-s-h)-(nq-t-h)-3h =$ $= n(p+q-3)+(s+t-h)$ punten. Na aftrek van deze tot K_n, L en M behoorende punten, vindt men voor het aantal doorsneden van K_n en L, die paarsgewijze op eene K_p en tevens op eene K_q liggen, $[n(p+q-n)+2st-(s+t+h)]-$ $-[n(p+q-3)+(s+t-h)] = 2st-2s-2t-n^2+3n =$ $= 2(s-1)(t-1)-(n-1)(n-2)$.

»Op eene algemeene K_n hebben twee door krommenbun-»dels ingesneden involuties I_s en I_t steeds $(s-1)(t-1)-$ »$\frac{1}{2}(n-1)(n-2)$ paren gemeen".

Stelt men hier $t = n$, dan vindt men het aantal paren, welke I_s met de door een straalbundel voortgebrachte I_n gemeen heeft, gelijk aan $\frac{1}{2}(n-1)(2s-n)$. Door vergelijking met het in (23) gevonden aantal paren blijkt, dat het aantal paren d grooter wordt, zoo zich in d dubbelpunten eener K_n basispunten van (K_p) of (K_q) bevinden, terwijl uit het feit, dat twee tripelinvoluties op eene K_4 met dubbelpunt δ twee paren gemeen hebben, volgt, dat dezelfde correctie moet aangebracht worden, zoo (K_p) en (K_q) in d dubbelpunten gemeenschappelijke basispunten hebben.

Op eene rationale K_n hebben I_s en I_t $(s-1)(t-1)$ paren gemeen *); dit komt met het bovenstaande overeen, zoo men de dubbelpunten als gemeenschappelijke paren beschouwt In verband met het bovenstaande volgt hieruit, dat I_s en I_t op eene K_n met D dubbelpunten, op welke zich in d dubbelpunten basispunten bevinden, $(s-1)(t-1)-\frac{1}{2}(n-1)(n-2)+$ $+d+(D-d)$ paren gemeen hebben.

»Op eene kromme van het geslacht g hebben twee involuties I_s en I_t steeds $(s-1)(t-1)-g$ gemeenschappelijke »paren".

28. Door een net van krommen K_p, die op K_n $(np-t)$

*) WEYR, *Beiträge zur Curvenlehre*, Seite 19.

punten gemeen hebben, wordt eene involutie I^2_t voortgebracht, in welke elke groep t punten bevat, waarvan men twee willekeurig kan aannemen. Alle groepen van I^2_t, in welke het punt a voorkomt, vormen eene I_{t-1}, die door den bundel (K_p) met basispunt a wordt bepaald. Eene tweede I_{t-1}, ontstaan door de groepen met het punt b samen te vatten, heeft met de eerste $(t-2)^2-g$ paren gemeen. De $t-2$ punten, die met a en b tot eene groep van I^2_t behooren, vormen $\frac{1}{2}(t-2)(t-3)$ paren. Zondert men deze af, dan blijven er $\frac{1}{2}(t-1)(t-2)-g$ paren over, die elk twee basispunten van een tot het K_p — net behoorenden (K_p) vormen. Of, gebruik makende van de voor stelsels op rationale krommen gebruikelijke benaming:

»Eene door een net op eene kromme van het geslacht g »voortgebrachte I^2_t heeft $\frac{1}{2}(t-1)(t-2)-g$ neutrale paren".

RAPPORT

OVER EENE

VERHANDELING VAN DEN HEER DR. **J. M. JANSE** TE LEIDEN,

GETITELD:

DIE PERMEABILITÄT DES PROTOPLASMA.

(Uitgebracht in de Vergadering van 26 November 1887).

In de Vergadering der Koninklijke Akademie van 29 October jl. werden de ondergeteekenden benoemd om rapport uit te brengen over eene verhandeling van Dr. J. M. JANSE te Leiden, getiteld: »die Permeabilität des Protoplasma".

Deze verhandeling — groot 144 bladzijden in 4^0, met ééne octavoplaat, bevattende mikroskopische afbeeldingen — heeft tot onderwerp een der meest fundamenteele vraagstukken uit de algemeene physiologie. Immers, de kennis der wetten, welke den doorgang van stoffen door het levende protoplasma beheerschen, is onmisbaar voor een dieper inzicht in het mechanisme en chemisme van de stofwisseling der cellen en daarmede voor de opvatting van alle levensverschijnselen zonder uitzondering. Onderzoekingen, door C. NAEGELI in 1855 begonnen, door HOFMEISTER, e. a. voortgezet en uitgebreid, hadden tot de gevolgtrekking geleid, dat het levende protoplasma van plantencellen slechts voor water, niet voor in het celvocht opgeloste vaste stoffen in de richting van binnen naar buiten permeabel is, een resultaat waarop o. a. SACHS zijne bekende theorie van den turgor als mechanische oorzaak van den celgroei vestigde.

Uit latere proeven bleek, dat ook in de richting van buiten naar binnen slechts water en niet daarin opgeloste vaste stoffen het levende protoplasma passeerden.

Bij gelegenheid van onderzoekingen omtrent plasmolyse, bij zeealgen in den winter 1886/87 te Napels verricht en later op zoetwateralgen en cellen van luchtplanten uitgebreid, werd de Heer JANSE op eenige feiten opmerkzaam, die er op wezen, dat de normale protoplast onder zekere voorwaarden voor sommige stoffen in de richting van buiten naar binnen, maar niet in omgekeerde richting permeabel is, dus — volgens de terminologie, door den Heer JANSE voorgesteld — intrameabiliteit maar niet extrameabiliteit bezit. Het nader experimenteel en theoretisch onderzoek dier feiten vormt het onderwerp der aangeboden verhandeling.

In het eerste hoofdstuk wordt de intrameabiliteit van den protoplast bij cellen van Chaetomorpha, Spirogyra, Curcuma en Tradescantia nagegaan volgens ééne directe en drie indirecte methoden.

De directe berust op het mikrochemisch aantoonen van van buiten ingedrongen kalisalpeter in de cellen, door de zeer gevoelige reactie van MOLISCH (blauwe verkleuring door een oplossing van diphenylamine in geconcentreerd zwavelzuur). Zij leverde resultaten, die als bewijzen voor het indringen moeten worden beschouwd.

Bij de eerste der indirecte methoden werd de isotonische salpetersolutie bepaald vóór en na het verblijf der cellen in niet plasmolytisch werkende oplossingen van kalisalpeter, keukenzout e. a. De concentratie der isotonische oplossing bleek hierbij te klimmen.

Bij de tweede wordt uit het weder verdwijnen der door sterkere soluties aanvankelijk veroorzaakte plasmolyse, tot verhooging der concentratie van het celvocht door intrameabiliteit besloten. De bedenking, dat positieve resultaten, langs dezen weg verkregen, op een abnormaal worden der protoplasten door de sterke soluties zouden berusten, acht de schrijver door het dagen lang voortbestaan der protoplasmastrooming in de cellen weêrlegd.

Bij de derde der indirecte methoden werd de concentratie der plasmolytisch werkende oplossing zeer langzaam verhoogd boven de voor normale cellen isotonische. Hierbij bleek plasmolyse eerst bij aanzienlijk hoogere concentratie dan bij plotselinge inwerking tot stand te komen.

Op grond der resultaten, volgens deze vier methoden verkregen, komt de schrijver tot het besluit, dat de onderzochte protoplasten, onder de gebezigde voorwaarden, voor kalisalpeter en hoogst waarschijnlijk ook voor keukenzout, riet- en druivensuiker, intrameabel zijn.

In het tweede hoofdstuk wordt de vraag onderzocht of de normale protoplast ook extrameabel is voor stoffen, die hij in de richting van buiten naar binnen doorliet. Spirogyradraden, eerst in KNO_3, daarna uren tot dagen lang in eene isotonische NaCl-oplossing of in water bewaard, bleven de diphenylaminereactie geven. In het omringend vocht konde KNO_3 niet worden aangetoond. De schijnbare vermindering der reactie, in de proeven met lang voortgezette wateruitspoeling waargenomen, verklaart de schrijver uit hierbij plaatsgrijpenden groei en verdeeling der cellen. In overeenstemming met de uitkomsten van vroegere onderzoekers, komt hij tot het resultaat, dat de normale protoplasten van Spirogyra niet extrameabel zijn voor KNO_3, dien zij kort te voren hebben opgenomen.

Het derde hoofdstuk handelt nader over intra- en extrameabiliteit der binnenste en buitenste, als »Vacuolenwand" en »Hautschicht" onderscheiden lagen van den protoplast. Met het oog hierop bespreekt de Heer Janse, op grond gedeeltelijk van vreemde, gedeeltelijk van eigen waarnemingen en proeven, de verschijnselen der suikerafscheiding in nectariën, de secretie en resorptie in de gesteelde klieren op de bladen van Drosera, het transport van voedingsstoffen uit de bladen en wortels door de weefsels der plant, eindelijk de opneming uit het endosperm van voedingsstoffen door jonge kiemplanten. De feiten schijnen hem te bewijzen, dat de »Hautschicht" gelijktijdig zoowel intra- als extrameabiliteit bezit, terwijl hetzelfde voor den vacuolenwand niet behoeft te gelden. Na discussie van de nieuwere proeven van Böhm,

A. Meyer, Klebs, Pfeffer e. a., waarin vele plantencellen voor verschillende stoffen permeabel bleken te zijn, maar volgens den schrijver ten deele betwijfeld mag worden of de cellen geheel normaal bleven, worden nader de bewegingsverschijnselen bij prikkeling van sensitive planten (Mimosa) met het oog op de permeabiliteit onderzocht en door proeven het vermoeden bevestigd, dat het vocht, bij prikkeling uit de cellen der bladkussens uittredende, geen zuiver water is, maar o. a. zuren bevat, die uit de cellen afkomstig moeten zijn. Ook bij ranken vermoedt de schrijver tijdelijke extrameabiliteit voor vaste stoffen als gevolg der prikkeling. Eindelijk worden in dit hoofdstuk proeven op geïsoleerde vacuolenwanden van Spirogyra beschreven. Deze wanden gedroegen zich ten opzichte van intra- en extrameabiliteit in hoofdzaak als de geheele protoplast. Het schijnt dus dat, in overeenstemming met de voorstelling van de Vries, voornamelijk de wand der vacuole de intrameabiliteit regelt en oorzaak is der ontbrekende extrameabiliteit.

In het vierde en laatste hoofdstuk wordt voornamelijk de vraag onderzocht of de levende protoplast ten opzichte der intrameabiliteit een active rol speelt of zich passief gedraagt, op de wijze bijv. van een moeilijk permeabele doode membraan. De schrijver trekt uit zijne proeven het besluit, dat de wetten van diffusie door niet levende vliezen binnen ruime grenzen ook hier van geldigheid zijn, en een actieve rol van den levenden protoplast, hoewel niet onwaarschijnlijk, toch niet — zooals ten opzichte van de extrameabiliteit — bewezen kan worden geacht.

Ten slotte bespreekt de schrijver nog eens uitvoerig de vraag, of men reden heeft, de protoplasten der door hem gebezigde cellen gedurende de proeven voor normaal te houden. Één voor één ontvouwt hij de gronden, die nopen hierop een bevestigend antwoord te geven en tracht hij de schijnbaar tegenstrijdige uitkomsten van vroegere waarnemers te verklaren uit de verschillende voorwaarden, waaronder hunne proeven werden genomen.

De verhandeling, wier hoofdzakelijke inhoud hier in korte trekken werd geschetst, moet naar het oordeel der onder-

geteekenden als eene belangrijke bijdrage tot de leer der stofbeweging in de levende cellen worden beschouwd. Mocht men omtrent sommige punten, de interpretatie der verschijnselen betreffend, met den schrijver van meening verschillen of den vorm hier en daar eenigszins anders gewenscht hebben, de arbeid van den Heer JANSE verdient ten volle het »imprimatur" en zij daarom ter opneming in de Verslagen en Mededeelingen der Akademie aanbevolen.

Th. W. ENGELMANN.
HUGO DE VRIES.

DIE PERMEABILITÄT DES PROTOPLASMA

VON

Dr. J. M. JANSE.

(Mit 1 Tafel).

EINLEITUNG.

Die schönen Untersuchungen welche C. VON NAEGELI *) schon vor mehr als dreizig Jahren über die Eigenschaften des lebenden Protoplasten (damals noch Primordialschlauch genannt) anstellte, ergaben als Hauptresultat dass dieser unschädlichen Farbstoffen den Durchtritt völlig verwehrt, und also ebensowenig diese Stoffe von Aussen her in die Vacuole eintreten, als der bisweilen im Zellsaft gelöst vorkommende Farbstoff hinaus diffundiren lässt; der Protoplast musste somit für gelöste Farbstoffe völlig impermeabel sein. Ebenso machte NAEGELI darauf aufmerksam dass in allen Fällen das lebendige Protoplasma in Berührung mit unschädlichen Farbstofflösungen stets ungefärbt bleibt, obwohl es nach seinem Tode die Farbstoffe nicht nur passiren lässt, sondern sie selbst in erheblicher Menge aufspeichert.

HOFMEISTER †) erwähnte später dass lebendige, zuckerreiche Geweben, welche in reines Wasser gebracht werden, in den ersten Stunden an dieses keinen Zucker abgeben, und dass dies nur stattfindet, nachdem die Zellen durch

*) Pflanzenphysiologische Untersuchungen von NAEGELI und CRAMER, Heft I; *Primordialschlauch und Diosmose der Pflanzenzelle*, 1855, p. 5 ff.

†) *Die Lehre von der Pflanzenzelle*, 1867, p. 4.

einen oder anderen schädlichen Einfluss gestorben sind. Auch für den sich im Zellsafte vorfindenden Zucker erwies sich somit der Protoplast als impermeabel.

Durch seine Versuche mit rothen Rüben gelang es DE VRIES *) zu zeigen dass Würfel, welche aus diesem Gewebe herausgeschnitten, und vorher gut abgewascht waren, keinen Farbstoff, und ebensowenig Rohrzucker in Wasser austreten lassen, selbst nicht nachdem sie während fünfzehn Tage darin verweilt hatten.

Das nämliche wurde auch für die anderen im Zellsaft gelöst vorkommenden Stoffen bewiesen, und es ist leicht dieses mittelst jener Methode in jedem einzelnen Falle zu constatiren.

Aus jenen Versuchen geht also hervor dass alle gelösten Substanzen, welche sich aus der Vacuole in die umgebende Flüssigkeit begeben wollen, seitens des Protoplasten einen unüberwindlichen Widerstand erfahren.

Wenige Jahre nach NAEGELI stützte SACHS auf die Impermeabilität des Protoplasma seine, jetzt allgemein angenommene, Theorie des Wachsthums. Wenn man nämlich, wie SACHS es zuerst aussprach, den Turgor der Zellen, also die Spannung zwischen Zellwand und Zellinhalt, als mechanische Ursache des Wachsthums betrachtet, so ist die Impermeabilität des Protoplasma für die im Zellsaft sich gelöst vorfindenden Stoffe, dazu eine nothwendige Bedingung, ohne welche es nicht möglich sein würde, dass irgend welche Spannung zwischen Wand und Inhalt der Zelle dauernd bestände.

Alle die zuvor erwähnten Beobachtungen, die mit Farbstoffen ausgenommen, hatten nur Beziehung auf den Durchgang von Stoffen aus der Vacuole in die umgebende Lösung hinaus. Soweit mir bekannt, war DE VRIES †) der erste welcher die Frage, wie sich das Protoplasma verhält den Substanzen gegenüber, welche sich in einer die Zelle um-

*) Sur la perméabilité du protoplasme des betteraves rouges. *Archives Neerlandaises*, T. VI, 1871, p. 117.

†) l. c.

gebenden Lösung vorfinden, zum Zweck einer experimentellen Untersuchung machte. Ohne die Versuchsanstellung näher zu beschreiben wünsche ich hier nur das erhaltene Resultat zu erwähnen. Es gelang DE VRIES nämlich zu zeigen dass das Protoplasma der Zellen aus der rothen Rübe impermeabel ist für alle die Salze welche geprüft wurden, und zwar für KNO_3, $NaNO_3$, KCl, NaCl, Na_2SO_4, und für $MgSO_4$. Selbst nach 14 Tagen konnte noch keine Spur von Permeabilität constatirt werden.

In einer späteren Publication *) wurde ausserdem gezeigt dass das Protoplasma der Epidermiszellen von Tradescantia discolor und von Curcuma rubricaulis ebenso für die Salze KNO_3 und NaCl impermeabel ist.

Schon längst war es bekannt dass der Protoplast eine Bewegung des Wassers in die Vacuole hinein, oder aus dieser heraus, in keinerlei Weise hemmt; es geht dieses z. B. aus der Erscheinung der Plasmolyse hervor, bei der die angewandte Salzlösung der Vacuole reines Wasser entzieht, und dieses, bei Verdünnung der Lösung, wieder von der Vacuole aufgenommen wird.

Die bisherigen Versuche zeigten also stets dass der Protoplast nach beiden Richtungen hin vollkommen permeabel ist für Wasser, aber vollkommen impermeabel für gelöste Stoffe.

Dass die Zellwand einer Bewegung des Wassers, ebensowenig wie der gelöster Substanzen, einen merklichen Widerstand leistet, war auch schon seit den oben erwähnten Versuchen NAEGELI's bekannt. Es kann die Zellwand also bei Besprechung der Permeabilität der Zelle völlig ausser Acht gelassen werden.

Als ich im Winter 1886—1887 in der Zoölogischen Station zu Neapel verweilte, und mich dort mit der Untersuchung von Meeresalgen beschäftigte, hatte ich mir besonders zum Zweck gestellt die Turgorkraft der Zellen

*) DE VRIES. Plasmolytische Studien über die Wand der Vacuolen. *Jahrb. für. wiss. Bot.*, Bd. XVI, 1885, p. 586 ff.

dieser Pflanzen zu bestimmen. Bei den Versuchen die ich vornahm, zur Ermittlung der Concentration der plasmolytischen Grenzlösung, konnte es mir aber nicht gelingen diese Concentration mit der gewünschten Genauigkeit zu bestimmen, obwohl DE VRIES diese bei Landpflanzen ohne Mühe bis auf 0.01 Aeq. KNO_3 genau ermitteln konnte. Es schien mir deshalb nicht unwichtig die Ursache des abweichenden Verhaltens dieser Zellen zu erforschen. Eine Wiederholung der vorigen, sowie neue, speciell zu diesem Zwecke angestellten Versuche deuteten nun darauf hin dass wahrscheinlich die Stoffe, welche sich in den benutzten Lösungen vorfanden, während des Versuchs in merklicher Quantität in die Vacuolen drangen; das Protoplasma der benutzten Zellen musste somit für diese Stoffe permeabel sein.

Als ich mit meinen Untersuchungen so weit gelangt war, fehlte mir aber die Gelegenheit eine weitere Verfolgung der Frage vorzunehmen, da um diese Zeit mein Aufenthalt an der Zoologischen Station beendet war. Im vergangenen Frühjahr und Sommer habe ich aber diese Untersuchungen fortgesetzt, war dabei jedoch genöthigt mich mit Süsswasseralgen zu begnügen, da mir keine, zum Zweck dienlichen, Meeresalgen zu Gebote standen, und mir ausserdem eine Einrichtung fehlte diese Pflanzen während längerer Zeit zu cultiviren.

Zwar verhielten sich die Süsswasseralgen, dennoch den Meeresalgen ganz ähnlich, doch waren jene nur zur Erforschung der Hauptfragen anwendbar, hauptsächlich weil sie sich schwerer in einer veränderten Umgebung cultiviren lassen wie die Meeresalgen.

Es musste also ein Theil der Fragen, welche sich auf die Permeabilität beziehen, hier unbeantwortet bleiben, und wartet dieser einer weiteren Behandlung, bis ich wieder in der Gelegenheit sein werde Meeresalgen zu benutzen.

Den Beispiel von DE VRIES folgend, untersuchte ich ausserdem die Epidermiszellen der Blätter von Curcuma rubricaulis und von Tradescantia discolor, und auch bei diesen konnte ich eine, wiewohl sehr geringe, Permeabilität constatiren.

Es wurde oben erwähnt dass frühere Versuche gezeigt haben dass das lebendige Protoplasma impermeabel ist für diejenigen Stoffe, welche sich gelöst in der Vacuole vorfinden. Meinen Versuchen nach würde die Impermeabilität wahrscheinlich ausserdem für diejenigen Substanzen gelten, welche kurze Zeit zuvor von Aussen her in die Vacuole eingedrungen sind.

Die früheren Versuche lehrten also dass das Protoplasma entweder nach beiden Richtungen hin völlig permeabel (für reines Wasser), oder völlig impermeabel war (für gelöste Substanzen.) Meine erwähnten Versuche deuteten aber daraufhin dass der Protoplast die Fähigkeit besitzt Stoffe in einer Richtung passiren zu lassen, doch den nämlichen Substanzen den Durchgang in entgegengesetzter Richtung zu verwehren. Es muss also der Protoplast für diese Stoffe permeabel sein in der Richtung von Aussen nach Innen, doch impermeabel in der Richtung von Innen nach Aussen, also von der Vacuole in die umgebende Flüssigkeit hinaus.

Da dieser Unterschied auf eine besondere Structur oder Wirkung des lebenden Protoplasten hindeutet, und im Folgenden öfters besprochen werden wird, so empfiehlt es sich, bequemlichkeitshalber, für diese Permeabilitätseigenschaften nach entgegengesetzten Richtungen eine Benennungsweise fest zu stellen, welche einfacher ist wie die Ausdrücke: Permeabilität von Aussen nach Innen, oder Permeabilität von Innen nach Aussen.

Das Wort »Permeabiliteit" für Fällen behaltend wie die von Wasser oder Farbstoffen, bei denen der Protoplast keinen Unterschied gelten lässt im Bezug auf die Richtung in der diese Stoffe durch ihn hindurch zu gehen versuchen, möchte ich neben diesem die beiden neuen Ausdrücke: »Intrameabilität" und »Extrameabilität" vorschlagen.

»Intrameabilität" und »intrameabel" haben dann Beziehung auf die Richtung von Aussen nach Innen, während »Extrameabilität" und »extrameabel" auf die Richtung von Innen nach Aussen deuten.

Wendet man diese Benennungsweise an so muss man also sagen dass der Protoplast nicht extrameabel ist für

die im Zellsafte gelöst vorkommenden Stoffe, während meine unten zu beschreibenden Versuche, auf die Intrameabilität für einige Salze hindeuten, sowie gleichzeitig auf das Fehlen der Extrameabilität für die nämlichen Substanzen *).

Der Ausdruck »intrameabel", u. s. w. wird im Folgenden stets in obigem Sinne gebraucht werden, also auch bei der Besprechung älterer Versuche, wo die Autoren selber nur von »permeabel" reden, während die Art der Versuche in jedem einzelnen Falle ausweist, in welcher Richtung die Permeabilität gemeint wird.

Vorliegender Aufsatz †) zerfällt in vier Abschnitte, z. w:

I. Die Intrameabilität des Protoplasten.
II. Der intrameable Protoplast ist nicht extrameabel.
III. Intrameabilität und Extrameabilität von Hautschicht und Vacuolenwand.
IV. Ursache der Intrameabilität der Protoplaste.

---

*) Es leuchtet ein dass mit dem Ausdruck des Fehlens der Extrameabilität nicht das absolute Fehlen dieser Eigenschaft gemeint wird, sondern nur das Fehlen einer merklichen Extrameabilität während der Versuchsdauer.

†) Am Ende des Monats Juni d. J. erschien eine Mittheilung von Klebs (*Ber. d. d. bot. Ges.*, 1887, Heft 5, p. 187) in der Beobachtungen beschrieben werden, welche den Meinigen ähnlich sind (Vergl. das Ende vom I Abschnitt). Durch jene wurde ich zur Publication einer vorläufigen Mittheilung: »Plasmolytische Studien an Algen" (*Bot. Centralbl.*, 1887, Bd. XXXII, n°. 1) veranlasst, in der einige der unten zu beschreibenden Thatsachen kurz mitgetheilt wurden.

I. ABSCHNITT.

Die intrameabilität des protoplasten.

Wenn das Protoplasma einer Zelle für eine bestimmte Substanz intrameabel ist, so wird in einer gewissen Zeit eine Quantität dieses Stoffes aus der umgebenden Lösung in die Vacuole übergegangen sein. Will man die Intrameabilität eines Protoplasten nachweisen, so kommt es also nur darauf an zu untersuchen ob dieser Uebergang wirklich stattgefunden hat.

Am einfachsten ist wohl die Methode, bei der man die Substanz, welche der Zelle von Aussen in Lösung geboten wurde, durch irgend ein Reactionsverfahren, direct im Zellsafte nach zu weisen versucht. Diese Methode ist aber nur anwendbar unter den Bedingungen, erstens dass der normale Zellsaft frei ist, nicht nur von der zu untersuchenden Substanz, sondern ausserdem von allen denjenigen Stoffen, welche sich im Bezug auf die anzuwendende Reaction ähnlich wie diese verhalten. Zweitens aber soll die Reaction eine äusserst scharfe sein, da es sich bei diesen Versuchen selbstverständlich nur um minimalen Mengen der nach zu weisenden Substanz handelt.

In anderer, indirecter Weise lässt sich aber auch die Intrameabilität der Protoplaste beweisen, und die betreffenden Methoden haben alle dieses gemeinsam, dass sie auf dem Umstande beruhen, dass das Eindringen der dargebotenen Substanz zugleicher Zeit die wasseranziehende Kraft des Zellsaftes steigert.

Die Erfolge dieser Steigerung werden aber nur dann eintreten können, wenn der Protoplast nicht zugleicher Zeit extrameabel ist, entweder für den angewandten Stoff, oder auch für die anderen welche im Zellsafte enthalten sind. Wäre dieses der Fall so könnte dennoch, trotz der Intrameabilität, die Steigerung der wasseranziehenden Kraft unterbleiben.

Mittelst dreier Methoden habe ich nun versucht in jener indirecten Weise den Nachweis der Intrameabilität der Protoplaste zu liefern.

Die erste von diesen beruht auf der Bestimmung des Salpeterwerthes *) vom Zellsafte beim Anfang und am Ende des Versuchs. Es wird dabei also die Steigerung der wasseranziehenden Kraft des Zellsaftes direct ermittelt, da diese unmittelbar aus der Differenz der beiden Salpeterwerthen hervorgeht. Mittelst jener Methode kann also die Intrameabilität nachgewiesen werden für den Fall dass die Zellen in nicht plasmolysirenden Lösungen verweilen.

Für den Nachweis dieser Eigenschaft in plasmolysirenden Lösungen diente folgende Methode, welche schon vor sechszehn Jahren von DE VRIES †) angewandt wurde, und mittelst der er das Fehlen der Intrameabilität des Protoplasma der Zellen aus rothen Rüben unter den herrschenden Versuchsbedingungen nachwies.

Wenn lebendige Zellen in eine nicht zu schwache Lösung irgend eines Stoffes in Wasser gebracht werden, so tritt nach kürzerer oder längerer Zeit in diesen Plasmolyse ein, weil die Lösung der Vacuole Wasser entzieht. Die Volumverkleinerung dieser, währt so lange, bis die Concentration des Zellsaftes eine solche geworden ist, dass sein Salpeterwerth dem der umgebenden Lösung entspricht. Ein solcher Zustand wird schliesslich eintreten, wenn das Protoplasma nicht intrameabel ist. Ist aber der Protoplast intrameabel für das Salz, so wird durch die in die Vacuole übertretende Quantität, die wasseranziehende Kraft des Zellsaftes allmählig zunehmen. Die Vacuole wird sich dann durch Wasserentziehung aus der umgebenden Lösung ausdehnen, bis wie-

---

*) Der Salpeterwerth einer Lösung gibt an die Concentration einer Lösung von Kalisalpeter in destillirtem Wasser, welche mit einer gleichen Kraft Wasser anzieht, wie die zu untersuchende Flüssigkeit. Vergl. DE VRIES, Eine Methode zur Analyse der Turgorkraft. *Jahrb. f. wiss. Bot*, 1884, Bd. XIV, p. 430 ff.

†) Sur l'imperméabilité du protoplasme des betteraves rouges, *Archives Neerlandaises*, 1871, T. 6, p. 131 ff; und: *Vacuolenwand*, p. 546.

der ein Gleichgewichtszustand eingetreten ist. In diesem Falle muss also die Intrameabilität das Rückgängig werden zuvor eingetretener Plasmolyse hervorrufen *). Dieses kann soweit gehen bis jene völlig verschwindet, und endlich, sobald soviel Salz im die Vacuole übergetreten ist dass seine Concentration im Zellsafte die nämliche ist wie die in der umgebenden Lösung, muss die Zelle die volle Turgescenz, welche sie anfänglich besass, wiedererlangt haben.

Die vierte Methode zum Nachweise der Intrameabilität beruht auf folgendem: Wenn ein Protoplast nicht intrameabel ist für die zu untersuchende Substanz, wenn also auch nach längerem Verweilen der Zelle in einer Salzlösung, die Zusammensetzung und Concentration des Zellsaftes sich nicht ändert, so wird der Grad von Plasmolyse der nämliche sein, ob man die Zellen sofort in eine Lösung von einer bestimmten Concentration bringt, oder ob man erst allmählich die Stärke der Lösung bis zu dieser Concentration steigen lässt.

Ist aber der Protoplast intrameabel so findet, während der Concentrationssteigerung der Lösung, auch Uebergang von einem Theil des Salzes in die Vacuole statt, und wenn endlich die gewünschte Concentration der umgebenden Lösung erreicht ist, muss der Grad von Plasmolyse geringer sein wie sonst bei jener Concentration †). Findet das Uebertreten des Salzes in die Vacuole gleich schnell statt wie die Concentrationssteigerung der äusseren Lösung, so wird nicht nur keine Plasmolyse eintreten, sondern es wird die Zelle fortwährend ihre volle Turgescenz erhalten, da diese nur von der Differenz in der wasseranziehenden Kraft zwischen dem Zellsafte und der umgebenden Lösung bedingt wird.

In diesem Abschnitte werden wir weiter unten die Ver-

*) Mittelst dieser Methode zeigte DE VRIES ausserdem dass in normalem Zustande nicht intrameable Protoplaste, durch schwache Gifte allmählich intrameabel gemacht werden können; vergl. *Vacuolenwand*, p. 589 ff.

†) Auch diese Methode wurde schon von DE VRIES angewandt, vergl. *Vacuolenwand*, pp. 584, 588 und 589, zum Nachweise des Permeabelwerdens der Protoplaste durch Einwirkung von sauren Lösungen.

suche besprechen welche mittelst dieser vier Methoden angestellt wurden. Einige allgemeine Bemerkungen über Material, Versuchsanstellung, u. s. w. möchte ich aber voran schicken.

Von den Meeresalgen wurde fast ausschliesslich Chaetomorpha aerea benutzt, welche Pflanze im Golfe von Neapel an sehr verschiedenen Stellen vorkommt. Sie lebt meist in geringer Tiefe, so weit mir bekannt, von nahe and der Oberfläche an, bis zu 1 M. ungefähr *). Sie ist eine grüne Fadenalge, aus einer Reihe ziemlich grosser, cilinderförmiger Zellen aufgebaut, welche 0.17 bis 0.45 mM. lang sind, bei einem Durchmesser von ungefähr 0.25 mM. Die Pflanzen wurden entweder sofort untersucht nachdem sie aus dem Meere heraufgebracht waren, oder in flachen Schalen in strömendem Meereswasser cultivirt, wo sie sich vollkommen normal erhielten.

Als Besonderheit dieser Pflanze möchte ich Folgendes hervorheben. Wenn man das Mikroskop auf das Innere einer Zelle einstellt, sieht man eine Anzahl gerader, hyaliner, sehr dünner Fäden, welche in verschiedenen Richtungen durch die Vacuole verlaufen. Sie endigen entweder beiderseits an der Zellwand, oder auch die eine etwa in der Mitte gegen eine Andere. Beim höher oder niedriger Einstellen des Mikroskops, bemerkt man dass die Fäden sich zu verschieben scheinen, dass neue hinzukommen, u. s. w., doch stets zeigen sie sich gerade und hyalin. Nach längerer, genauer Untersuchung gelangte ich zum Schlusse dass diese Gebilde nicht hyaline Protoplasmafäden sind, wie man solche z. B. so häufig im Innern der Rhizoïden von Caulerpa prolifera beobachten kann, sondern Flächen, welche aus hyalinem Protoplasma bestehen. Diese bilden die Wände zwischen den Vacuolen, welche letztere sich in jeder Zelle in Mehrzahl vorfinden, und sich gegenseitig abplatten.

Beim Plasmolysiren jener Zellen mittelst einer Lösung

---

*) Da die durch Ebbe und Fluth verursachte Niveaudifferenz des Wassers im Golfe sehr gering, und nicht grösser als 3 dM. ist, befindet sich diese Pflanze immer unter dem Wasserniveau.

von z. B. 10 pCt. KNO_3 häuft sich das körnige Protoplasma, sammt den Chlörophyllkörnern, als ein Ring in der Mitte der Zelle an, während beiderseits die Vacuolen, von der Hautschicht umgeben *), als hyaline Halbkugeln aus dem dunkelgrünen Ringe hinausragen (Fig. 1). Die Hautschicht ist, wenn lebendig, völlig gespannt und abgerundet, und die Vacuolen sind noch immer gegen einander abgeplattet. Wenn nun aber die Hautschicht stirbt, so werden die Vacuolen frei, runden sich ab, entfernen sich von einander und vertheilen sich also in der Zelle als eine Anzahl (in einem Falle zählte ich deren 20) vollkommen kugelige Gebilde von verschiedener Grösse, mit hyaliner, gespannter Wand (Fig 2). Eosin färbte diese Kugeln nicht, obwohl das äussere Protoplasma mit den Chlorophyllkörnern dadurch eine dunkelbraune Farbe annahm.

Es ist in diesem Falle also die Wand der Vacuolen schon in der normalen Zelle äusserst bequem zu beobachten, und jene Pflanze liefert daher den directen Beweis, dass die Vacuolenwände nicht Artefacte sind, sondern protoplasmatische Gebilde, welche sich schon im normalen Protoplasma vorfinden, und eins der Organe des lebenden Protoplasten bilden.

Von den Süsswasseralgen gebrauchte ich nur Spirogyra, und zwar meistens Sp. nitida, doch auch einzelne Male Sp. crassa und Sp. communis †). Erstere wird schon seit mehreren Jahren im Botanischen Laboratorium der hiesigen Universität in einem Aquarium cultivirt, während letztere sich in grosser Menge in einem Teiche im Botanischen Garten vorfinden.

Schliesslich untersuchte ich, den Beispiel von DE VRIES §)

---

*) Zwischen Hautschicht und Vacuolenwand muss sich natürlich auch noch körniges Protoplasma vorfinden, doch dieses entzieht sich der Beobachtung.

†) Nur wenn eine der beiden letzteren Species gebraucht wurde, wird der Artnamen angegeben werden; Spirogyra allein, deutet also weiterhin ausschliesslich auf Sp. nitida.

§) Vergl. *Turgorkraft*, p. 444 ff.

folgend auch die gefärbten Epidermiszellen von Curcuma rubricaulis, und von Tradescantia discolor. Eine Beschreibung dieser Geweben kann hier völlig unterbleiben, da sie schon von DE VRIES gegeben wurde; bei der Herstellung der Praeparate folgte ich in Allem seinem Beispiel. Ich möchte nur hervorheben dass auch diese Zellen meistens mehr als eine Vacuole auf zu weisen haben; gewöhnlich kommen nur 2 oder 3, bisweilen aber auch mehrere, bis 8, vor, welche alle gefärbten Zellsaft enthalten. Es zeigen sich bei diesen Zellen also die nämlichen Erscheinungen, wie sie oben bei Chaetomorpha beschrieben wurden, doch hier viel weniger auffallend.

Die Salzlösungen welche ich zu meinen Versuchen benutzte, wurden alle nach Molecülen bereitet. Eine Lösung von 1 Molecul irgend einer Substanz enthielt also das Moleculargewicht dieses Stoffes in Grammen pro Liter der Lösung *). Die Lösungen der verschiedenen Concentrationen welche ich benutzte, stellte ich in folgender Weise her. Es wurde zuerst eine Lösung von der Concentration von 1.0 oder 0.5 Mol. bereitet, und eine Bürette, in $^1/_5$ CC. vertheilt, mit dieser Flüssigkeit gefüllt, während eine zweite ähnliche, das Lösungsmittel enthielt. Die weniger concentrirten Lösungen wurden nun durch Vermischen von bestimmten Volumina der beiden Flüssigkeiten hergestellt. Zu diesem Zwecke hatte ich zuvor eine Tabelle berechnet, welche angab wieviel CC. der Lösung, und wieviel CC. des Lösungsmittels, zusammen 10 CC. einer Lösung von der gewünschten Concentration ergaben; diese beiden Quantitäten wurden mittelst der Büretten abgemessen, und gut gemischt. Dann wurden die Versuchspflanzen oder Pflanzentheile, möglichst frei von anhängendem Wasser, in die Lösung gebracht, entweder in Probirröhrchen von mehr als 10 CC. Inhalt, oder in flachen Kristallisirschalen zu 20 bis 120 CC., je nach der Zahl der benutzten Zellen, doch stets so, dass das Volu-

*) Eine Lösung von 1.0 Mol. enthält also z. B. 101 Gr. KNO_3, oder 58.5 Gr. Na Cl, oder 342 Gr. Rohrzucker, oder 180 Gr. Traubenzucke. pro Liter der Lösung.

men dieser, jenem der Lösung gegenüber, als verschwindend klein zu betrachten war.

Als Lösungsmittel wurde stets diejenige Flüssigkeit gebraucht, in der die Versuchspflanzen vorher vegetirt hatten. Für Chaetomorpha war dieses also Meereswasser, für Spirogyra das gewöhnliche, als Trinkwasser hier in Leiden allgemein benutzte, Dünenwasser. Für die Epidermes von Curcuma und Tradescantia wurde auch letzteres gebraucht.

Im Bezug auf die Zusammensetzung des Meereswassers aus dem Golfe von Neapel hebe ich hervor dass es, nach der Analyse von Forchhammer *) einen totalen Salzgehalt von fast 3.9 pCt. aufweist, von dem 2.4 pCt. auf NaCl kommt; Roth †) gibt den nämlichen totalen Salzgehalt, doch den an NaCl auf 3.0 pCt. an.

Aus diesen Analysen liess sich berechnen dass das Meereswasser aus dem genannten Golfe isotonisch ist mit einer Lösung von Salpeter in destillirtem Wasser, von einer Concentration von 0.60 Mol.; beide Analysen ergaben ungefähr die nämliche Zahl.

Das Dünenwasser enthält nur 0.03 pCt. feste Stoffe, hauptsächlich $CaSO_4$ und $CaCO_3$. Aus einer officiellen Analyse berechnete ich dass seine wasseranziehende Kraft der einer Lösung von 0.0025 Mol. KNO_3 gleichkommt.

Die plasmolytische Grenzlösung von Chaetomorpha wurde auf ungefähr 0.14 Mol. KNO_3, die von Spirogyra auf 0.15 Mol. bestimmt §).

Wenn man hierbei in Betracht zieht dass de Vries den Salpeterwerth des Zellsaftes von der Mehrzahl der untersuchten Zellen aus verschiedenen Geweben von Landpflanzen auf

---

*) On the composition of seawater in the different parts of the Ocean. *Philos. Transactions*, 1865, p. 252.

†) *Allgem. und Chem. Geologie*, 1879, p. 524.

§) Es kamen aber nicht unerhebliche Differenze zwischen verschiedenen Fäden vor; von zwei Fäden z. B., welche gleichzeitig untersucht wurden, plasmolysirten die Zellen des einen sich schon, obwohl schwach, in 0.12 Mol., während erst nach längerer Zeit die des anderen in 0.16 Mol. einen Anfang von Plasmolyse zeigten.

0.16—0.20 Mol. bestimmte *), so muss es überrasschen dass eine so nahe Uebereinstimmung besteht zwischen die Grösse der Turgorkraft aller jener Zellen, trotz der äusserst verschiedenen Medien in denen sie vegetiren. Wie gross dieser Unterschied ist, geht z. B. aus die Erwägungen hervor dass das Meereswasser nicht nur 240 Mal stärker Wasser anzieht wie das Dünenwasser, sondern ausserdem dass der Salpeterwerth des Zellsaftes bei Chaetomorpha mehr als 4 Mal geringer, und bei Spirogyra ungefähr 60 Mal grösser wie der des Mediums ist. Hieraus lässt sich also schliessen dass die wasseranziehende Kraft des Mediums in keinem directen Verhältnisse zur Grösse der Turgorkraft steht, und dass letztere also hauptsächlich von inneren Kräften und Ursachen bedingt werden muss.

Wir werden jetzt die Versuche und ihre Resultate beschreiben, welche zum Nachweise der Intrameabilität des Protoplasten angestellt wurden.

I. *Methode des directen Nachweises der afgenommenen Substanz.*

Im Anfang dieses Abschnittes wurde diese Methode kurz erwähnt, und die Hauptbedingungen ihrer Anwendbarkeit besprochen. Von den beiden Stoffen, Traubenzucker und Kalisalpeter, welche ich dazu geprüft habe, hat nur der letztere genügende Resultate geliefert.

Der Gebrauch von Traubenzucker schien zwar von vornherein wenig zweckmässig, da auch die Vacuole der normalen Zelle diesen Stoff enthalten kann, und zwar, je nach den früheren Lebensverhältnissen, in wechselnden Quantitäten, aber dennoch zweifelte ich nicht auch mit dieser Substanz genügende Resultate zu erhalten, wenn die Trommer'sche Reaction im Stande wäre kleinere Quantitäten Traubenzucker

*) Vergl. *Turgorkraft*, p. 556. Es wurden auch geringere und höhere Salpeterwerthe gefunden, wie 0.12 und 0.30 Mol., doch sind diese Fälle selten den Anderen gegenüber.

nach zu weisen, und die Concentrationsdifferenzen in den verschiedenen Zellen übersichtlicher an zu zeigen.

Der Unvollkommenheit des Verfahrens wegen, werde ich meine Versuche mittelst der ich den directen Nachweis der Intrameabilität des Protoplasten für Traubenzucker an zu zeigen versuchte, übergehen, ausserdem weil sie mir gar keine überzeugende Resultate geliefert haben.

Viel besser gelangen mir aber meine Versuche mit Kalisalpeter; dieses wurde verursacht einerseits dadurch dass selbst Spuren dieses Salzes im Zellsafte der untersuchten Zellen fehlen, und ausserdem weil es ein Reactionsverfahren gibt, welches den Bedürfnissen vollkommen entspricht.

Diese Methode beruht auf die Anwendung des Diphenylamins, welches von MOLISCH *) als mikrochemisches Reagens zum Nachweise von Nitraten und Nitriten empfohlen wurde. In concentrirter Schwefelsäure gelöst, ruft es in Berührung mit den genannten Stoffen, eine blaue Verfärbung hervor, welche um so intensiver ist, und um so länger währt, je concentrirter die Lösung des Salzes ist. Die benutzte Lösung enthielt 0.1 Gr. Diphenylamin pro 10 CC. concentrirter Schwefelsäure.

In der nämlichen Weise wird diese Substanz zur Untersuchung von Trinkwasser auf Nitrate oder Nitrite angewandt. Versuche von WAGNER †) ergaben dass Salpeter selbst dann noch im Wasser erkannt werden kann, wenn seine Concentration nicht mehr als $^1/_{3000}$ pCt. beträgt §). Es liessen sich somit von dieser Reaction gute Resultate erwarten, und der Erfolg hat diese Erwartung völlig bestätigt.

Das Reactionsverfahren war folgendes:

Ein einzelner Faden, aus denjenigen welche untersucht werden sollten, 0.5 bis 1 cM. lang, wurde auf den Objectträger gelegt, alle anhängende Flüssigkeit mittelst Filtrirpapiers entfernt, (da das Diphenylamin aus der Lösung

*) *Ber. d. d. bot. Ges.*, 1883, Bd. I, p. 150.

†) *Zeitschrift für Chemie*, Jahrg. 20, p. 329; vergl. MOLISCH, l. c.

§) Weiter unten wird man in diesem Abschnitte (p 352) die Resultate finden, welche ich für die Schärfe der Reaction erhielt.

in concentrirter Schwefelsaüre durch Wasser ausgefällt wird), mit einem Deckgläschen bedeckt, und auf den Mikroskoptisch gelegt. Um eine Uebersicht über die Reaction aller Zellen des Fadens zu erhalten, empfiehlt es sich eine nicht zu starke Vergrösserung an zu wenden; eine etwa 100-malige zeigte sich mir als die bequemste. Erst wenn das Mikroskop auf den Faden eingestellt war, wurde ein Tropfen des Reagenzes auf den Objectträger, unmittelbar neben den Rand des Deckglases gelegt. Dieser breitete sich dann allmählich aus, und strömte unterm Deckglase weiter, sobald die Flüssigkeit mit dem Rande in Berührung kam *).

Es konnte also das Verhalten der Zellen beobachtet werden, unmittelbar nachdem sie vom Reagens berührt wurden. Sobald dieses stattfindet, sieht man die Zellwand anschwellen, das Protoplasma sterben und mehr durchscheinend werden, während die Chlorophyllkörner eine hell grüne Farbe annehmen. Oefters wird auch ein Theil des Inhalts durch eine Oeffnung in der weichen, halb verflüssigten Zellwand nach Aussen getrieben.

Enthält die Vacuole Salpeter, so tritt ungefähr 4 bis 10 Secunden nach der Berührung vom Reagens mit dem Faden, in einer geringen Distanz neben diesem, ein blauer Streifen auf, dessen Intensität, je nach dem Gehalt an Salpeter, variiren kann von einem sehr hell blauen Nebel, welcher fast unsichtbar ist, bis zum dunkelsten, prachtvollsten Blau. Einige Secunden nach dem Auftreten fängt die Farbe zu verblassen an, desto schneller je geringer die vorhandene Quantität des Salpeters war; schliesslich verschwindet jene völlig.

Dass die Verfärbung neben und nicht in der Zelle auftritt, findet seine Erklärung darin, dass der Salpeter viel rascher durch das todte Protoplasma und durch die

---

*) Zur Beförderung vom gleichmässigen Eindringen des Reagenzes unter das Deckglas, wurde dort, in kurzer Entfernung vom Faden, ein kleines Stückchen trocknen Filtrirpapiers gelegt. Bei späteren Versuchen wurde auch wohl der Tropfen des Reagenzes direct auf den Faden gelegt, und dieser ohne Deckglas untersucht.

Zellwand hinaus diffundirt, wie die concentrirte Schwefelsäure hinein. Ausserdem soll man beachten dass die Säure Wasser an der Zelle entzieht, und dieses Wasser öfters ein stellenweises Ausfällen des Diphenylamins aus der Lösung bewirkt. In, und unmittelbar neben der Zelle findet sich dann also kein gelöstes Diphenylamin vor, und auch daher kann die Verfärbung erst in einer geringen Entfernung vom Faden auftreten. Diese Entfernung ist aber immer nur etwa 0.01 mM., oder kann selbst noch geringer sein.

Zum Nachweise der Intrameabilität des Protoplasma müssen die Versuchspflanzen während einiger Zeit in einer Salpeterlösung verweilen. Es erhellt dass dieser Umstand zur besonderen Vorsicht zwingt, wenn man nachher in den Zellen Salpeter aufsuchen will. Einerseits ist es unmöglich alle anhängende Flüssigkeit, und also auch allen Salpeter mittelst Filtrirpapiers zu entfernen, doch ausserdem ist die Zellwand mit der Lösung imbibirt, und dieser Theil kann natürlich in jener Weise nicht entfernt werden. Da die Versuchsresultate aber nichts beweisen, wenn nicht vorher gezeigt wird dass die Entfernung jener Salpetermolecüle vollkommen stattgefunden hat, so wurde dies in anderer Weise erzielt.

Es wurden nämlich die Fäden, nachdem sie in der Salpeterlösung verweilt hatten, und vor der Untersuchung mit Diphenylamin, in eine Lösung einer anderen Substanz gebracht, welche, wie die Salpeterlösung, vollkommen unschädlich war, doch sich zum Reactiv indifferent verhielt. Durch liegen in dieser Lösung während einer genügend langen Zeit konnte also alle Salpeter völlig entfernt werden. Damit aber die neue Lösung eine möglichst geringe Veränderung in den Versuchszellen hervorrufe, wurde jene meistens in der Concentration angewandt, dass sie mit der vorigen Salpeterlösung isotonisch war (ein nur geringer Unterschied beider im Bezug auf ihre wasseranziehende Kraft wirkte aber nicht im mindesten störend ein). In dieser neuen Lösung verweilten die Fäden meistens $^1/_4$ bis 1 Stunde, öfters aber auch während betrachtlich längerer Zeit.

Dass aber schon ein Verbleiben während $^1/_4$ Stunde zum Zwecke völlig hinreicht, geht aus folgenden Beobachtungen

hervor. Wenn Fäden während einiger Zeit in einer Salpeterlösung verweilt haben, so sind meistens vereinzelte Zellen gestorben. In letzteren muss also auch das Zelllumen ganz von der Salpeterlösung erfüllt sein. Wenn man solche Fäden nun in eine isotonische Na Cl-lösung legt, so findet man schon nach 15′ dass alle lebenden Zellen eine deutliche Reaction hervorrufen, während die todten keine Spur davon zeigen. In letzteren ist also nicht nur der Salpeter aus der Zellwand entfernt worden, sondern auch im Zelllumen fand sich dieses Salz nicht mehr vor; um so eher darf man daher annehmen dass auch der Salpeter völlig aus den Wänden der lebenden Zellen verschwunden war. Da diese aber dennoch die Reaction hervorriefen, konnte dieses Salz also nur, entweder im Protoplasma, oder in der Vacuole, oder auch in beiden zugleicher Zeit enthalten sein.

Ausserdem wird aber die Brauchbarkeit dieser Methode durch den folgenden Versuch bestätigt.

Einige Fäden von Spirogyra hatten während 3×24 Stunden in einer Lösung von 0.13 Aeq. KNO_3 verweilt, und kamen nachdem in eine isotonische Rohrzuckerlösung in der sie $2^1/_2$ Stunde verblieben. Alle die Fäden welche untersucht wurden, riefen in der Diphenylaminlösung eine sehr dunkle Verfärbung hervor. Einige andere der obigen Fäden, wurden nun aus der Rohrzuckerlösung in verdünnte Salzsäure (1 : 20) gebracht, und kamen nach wenigen Minuten, der eine nach dem anderen zur Untersuchung. Es zeigte sich nun dass die Zellen schon nach einem Verweilen während 15′ in letzterer Lösung keine Reaction mehr hervorriefen, und bisweilen trat diese schon nach 5′ nicht mehr auf. Das Auswaschen der Fäden in der unschädlichen Rohrzuckerlösung während $^1/_4$ Stunde darf also als völlig genügend angenommen werden.

Da das Reagens fast immer noch unterm Deckglase weiterströmt, während die Reaction auftritt, werden die verfärbten Theile der Flüssigkeit natürlich mit dem Strome fortgeführt. Wenn nun nicht alle Zellen die Reaction zeigen, und die Stromrichtung dem Faden paralell läuft, so ist es öfters unmöglich zu entscheiden welche Zellen Salpeter enthielten, und welche nicht. Bisweilen können aber

gerade diese Strömungen in deutlichster Weise die Zellen anzeigen welche die Reaction veranlassten.

Besonders ist dieses der Fall wenn die Richtung des Stromes senkrecht oder schief zur Achse des Fadens steht; dann wird der Salpeter und die blaue Verfärbung aus jeder Zelle einzeln fortgeführt, und es treten also eine Anzahl paralleler, blauer Streifen auf, von welchen jeder bei der Zelle anfängt. aus welcher das Salz austritt. Enthält eine Zelle keinen Salpeter, so kann von dort aus keine Verfärbung veranlasst werden. Umgekehrt deutet dann der Anfang jedes Streifens unzweifelhaft auf einer Zelle welche Salpeter enthielt. In einem solchen Falle erhielt ich dabei folgendes Bild (Fig. 3).

Besonders deutlich traten auch stets die Zellen, welche die Verfärbung verursachten hervor, wenn das Präparat nicht von einem Deckglase bedeckt war.

Zur Entfernung des Salpeters aus den Zellwänden, wurden öfters Na Cl-lösungen angewandt, da diese meistens ein vollkommen befriedigendes Resultat ergaben. Der Umstand aber, dass Na Cl in Berührung mit concentrirter Schwefelsäure zur Bildung von H Cl-dampf Anleitung gibt, verursacht dass stets Gasentwickelung statt findet sobald das Reagens mit dem Faden in Berührung kommt. Meistens ist diese Entwickelung nur schwach, und wirkt dann bei der Beobachtung gar nicht störend ein; bisweilen kann sie aber so heftig sein, dass sie den aufgequollenen Faden zerreist, und dass die einzelnen Theile von den Gasblasen mitgeführt werden. Oefters ist es dadurch unmöglich die Intensität der Reaction zu beurtheilen. Am meisten störend ist dieser Umstand natürlich bei Anwendung von hoch concentrirten Lösungen, wie z. B. solche von 0.5 bis 1.0 Mol. Dieser Umstand ist um so störender weil gerade bei diesen Versuchen die Na Cl-lösung sich nicht ersetzen lässt, weil andere Stoffe entweder nicht in der erforderlichen Concentration löslich sind ($K_2 SO_4$), oder weil sie schädlich einwirken ($(NH_4)_2 SO_4$), oder endlich weil die Lösung dann zu dickflüssig ist (wie bei Rohrzucker).

Damit die im Folgenden zu erwähnenden Intensitäten

der Verfärbung zu gleicher Zeit dienen können zur rohen Abschätzung der Concentrationen zu welchen der Salpeter in den untersuchten Zellen angehäuft war, habe ich die Concentrationen verschiedener Salpeterlösungen bestimmt, welche ungefähr die nämlichen Intensitäten der Verfärbung hervorriefen, wie ich sie bei den Zellen beobachtete, und bei den folgenden Versuchen angegeben werden. Dass es sich hier nicht um genaue Zahlen handeln kann, ist wohl selbstverständlich.

Die bei diesen Bestimmungen benutzten Salpeterlösungen wurden durch wiederholtes Verdünnen einer Lösung von 1.0 Aeq. hergestellt, also in der nämlichen Weise wie die übrigen Versuchslösungen bereitet wurden. Ein Tropfen der zu prüfenden Lösung wurde dann auf einen Objectträger gelegt, und unmittelbar daneben ein fast eben so grosser Tropfen des Reagenzes. Letzterer breitete sich dann allmählich aus und kam dabei mit dem Tropfen der Salpeterlösung in Berührung, in dem nach einigen Secunden die Verfärbung auftrat. Es wurden die beiden Flüssigkeite aber nicht gemischt, damit soviel wie möglich die Umstände nachgeahmt würden, welche bei der Untersuchung der Zellen herrschten.

Da die Verfärbung stets viel dunkler erscheint wenn man sie mit dem blossen Auge betrachtet, wie unterm Mikroskope, wurde auch hier die Verfärbung stets bei 100-maliger Vergrösserung beurtheilt, also gerade wie bei den Versuchen mit Spirogyra-fäden.

Die Resultate waren folgende:

Concentration des KNO_3 in Aeq.	Intensität der Reaction:
0.03	Sehr intensiv.
0.02	Intensiv.
0.01	Intensiv.
0.005	Dunkel.
0.002	Dunkel.
0.001	Dunkel.
0.0008	Deutlich.
0.0004	Schwach.
0.0003	Schwach bis sehr schwach.
0.0002	Schwach bis sehr schwach; mit blossem Auge noch deutlich.
0.0001	Nicht; mit blossem Auge kaum wahr zu nehmen.

Die geringste Concentration welche das Reagens unterm Mikroskope noch angibt, beträgt also nur 0.0002 Aeq. oder ± 0.002 pCt.

Die Resultate der in oben beschriebener Weise mit Spirogyra angestellten Versuche sind in der folgenden Tabelle verzeichnet. Es geben dort die Zahlen in der ersten Spalte die Concentrationen der Salpeterlösungen an, in der die Praeparate gebracht wurden. In der zweiten und dritten Spalte sind die Zeiten (in Stunden) angegeben, während welcher sie in den beiden Lösungen verweilten; die 2^e Lösung ist jene, mittelst welcher der Salpeter ausgewaschen wurde. In der letzten Spalte findet man die beobachteten Reactionen vermeldet, und zwar stets im Bezug auf der Intensität, in ansteigender Folge; es bedeutet dort: 0: keine Reaction, 1: sehr schwach, 2: schwach, 3: deutlich, 4: dunkel, 5: intensiv. Wenn ein Faden nicht in

allen Theilen den nämlichen Grad von Verfärbung hervorrief, wurden 2 oder 3 dieser Zahlen angegeben. Die kleineren Ziffern, zwischen Klammern hinter ersteren geben die Zahl der Fäden an, welche die vorstehende Farbenreaction verursachten. Es bedeutet also: 0 —1 —5 (2), dass von 2 Fäden jede zum Theile keine Reaction gab, zum Theile aber eine sehr schwache, und zum dritten Theile eine intensive Verfärbung hervorrief.

Es sei hier besonders hervorgehoben dass alle die untersuchten Praeparate in der Tabelle aufgenommen wurden; todte Zellen und Fäden verursachten niemals eine Reaction, und auf diese wurde also keine weitere Rücksicht genommen. Die Lösungen unter 0.15 Aeq. riefen keine Plasmolyse hervor, alle übrigen aber anfänglich wohl.

Conc. KNO_3 in Aeq.	Zeit, in Stunden, in KNO_3	Zeit, in Stunden, in 2°Lös.	Resultate:
0.05	1/2	1 1/2 *)	1 (3).
	2	2 1/2	0 (2), 1 (2), 3 (2).
	3 3/4	3/4	1 (3).
	4 1/4	1 1/2	0 (3), 1 (3), 0 —1—5 (1), 2 (2).
	6 1/4	17	0 (2), 0—2 (2), 2 (3).
	23 1/2	2	0—2 (4)†), 2 (1).
0.10	2 1/4	2	2 (2), 3 (1), 0—3—4 (1), 4 (1).
	5 1/2	17	2—3 (1), 3 (2), 4—5 (1), 5 (1).
	24	24	2 (1), 3 (3).
	49	50	2—4 (3), 3 (3), 5 (1).
	72	75	2 (1), 0—3 (1), 2—3 (4), 4 (1), 3—5 (1).

*) Die zweite Lösung war stets eine isotonische NaCl-Lösung, wenn nicht anderes angegeben ist.

†) In zwei dieser Fäden riefen in jedem eine Zelle eine dunkle Reaction, 4, hervor.

Conc. KNO_3 in Aeq.	Zeit, in Stunden, in KNO_3	in 2e Lös.	Resultate:
0.13	72	$^1/_2$ *)	4 (2).
	72	$2^1/_2$	4 (4).
	72	19	4 (2).
	72	42	5 (1).
0.15	72	$18^1/_2$ *)	3 (2), 4 (1).
	72	42	3 (1).
0.17	$^1/_2$	1	(kräftige Plasmolyse), 0 (2), 0—1 (2), 1 (2), 3 (2).
	2	2	(deutlich schwächere Plasm.), 0 (1), 3 (2), 4 (3).
	$4^1/_4$	1	(keine Plasm.), 0 (1), 3 (1), 4 (4).
	6^1_4	17	(»), 3 (1), 4 (3), 5 (1).
	$23^1/_2$	$1^3/_4$	(»), 3 (2), 5 (1).
	72	$^3/_4$ *)	(»), 3 (2), 3—5 (1).
	72	$19^1/_2$	(»), 3 (3).
	72	43	(»), 3 (1).
0.20	19	1	(deutliche Plasm.), 3 (1), 4 (1).
0.30	$^1/_6$	$^1/_4$ †)	(kräftige Plasm.), 2—3 (1).
0.50	$^1/_{12}$	$^1/_6$ §)	(sehr kräftige, norm. Plasm. **)), 3 (1).

*) Für die Versuche mit 0.13, 0.15 und für die drei Letzten von 0.17 Aeq. KNO_3 wurden isotonische Rohrzuckerlösungen angewandt.

†) 0.30 Mol. K_2SO_4 (isoton. mit 0.40 Aeq. KNO_3).

§) Für alle die Versuche mit 0.50 Aeq. KNO_3 wurde als 2e Lösung 0.5 Mol. K_2SO_4 (isoton. mit 0.67 Aeq. KNO_3) benutzt.

**) Nur die normal plasmolysirten Zellen, also jene mit völlig lebendigem Protoplasma, wurden hier bei der Reaction beachtet. Isolirung der Vacuolenwand, und alleinige Contraction dieser, kam häufig vor.

Conc. KNO_3 in Aeq.	Zeit, in Stunden, in KNO_3	Zeit, in Stunden, in 2e Lös.	Resultate:
0.50	$^1/_9$	$^1/_4$	(sehr kräftige, normale Plasm.) 3 (1).
	$^1/_6$	$^1/_4$	(»), 0 (1).
	$^1/_3$	$^1/_4$	(»), 3 (1).
	$^1/_2$	$^1/_4$	(»), 3 (1).
1.00	$^1/_2$	$^1/_4$	(»), 4 (1, nur eine Zelle *)).
	$2^1/_4$	1	(»), 4 (3, in jeder Faden nur einzelne Zellen).

Aus allen diesen Versuchen geht zum deutlichsten hervor dass das normale Protoplasma der Zellen von Spirogyra intrameabel sein muss für Kalisalpeter, und dass diese Eigenschaft sich sowohl in nicht plasmolysirtem, wie auch in plasmolysirtem Zustande Kund gibt.

In der nämlichen Weise angestellte Versuche mit Epidermisstücken von Curcuma rubricaulis und von Tradescantia discolor ergaben vollkommen ähnliche Resultate:

Curcuma. Das Praeparat verweilte $25^1/_2$ St. in 0.11 Aeq. KNO_3 und nachher 22 St. in 0.11 Mol. NaCl. Intensität der Reaction: 4.

Tradescantia. 28 St. in 0.10 Aeq. KNO_3, und 20 St. in 0.10 Mol. NaCl; Reaction: 4; 5 Tage in 0.12 Aeq. KNO_3 und $4^1/_4$ St. in 0.12 Mol. NaCl: 4 (4), 4—5 (1), 5 (2); 5 Tage in 0.11 Aeq. KNO_3 und $4^1/_4$ St. in 0.11 Mol. NaCl: 4 (3), 5 (2).

Auch die Protoplaste dieser Zellen müssen also für Salpeter intrameabel gewesen sein.

In der Substanz des Potoplasma der Zellen, welche während einiger Zeit in einer Salpeterlösung verweilt haben, scheint

*) Nur sehr vereinzelte Zellen waren normal plasmolysirt, in vielen Fäden kamen solche selbst gar nicht vor. In den meisten Zellen war nur noch die Vacuolenwand lebendig, doch jene wurde hier ausser Acht gelassen.

dieses Salz sich nicht in nachweisbarer Quantität vor zu finden; ich leite dieses ab aus dem Umstande dass die Farbe welche die Chlorophyllkörner bei Berührung mit dem Reagens annehmen, die nämliche ist ob man frische Fäden anwendet, oder solche die vorher einige Zeit in der Salpeterlösung zugebracht hatten und nachher in üblicher Weise abgewaschen wurden. Drei Fäden z. B. hatten $3^3/_4$ St. in 0.05 Aeq. KNO_3 verweilt, und nachher $^3/_4$ St. in 0.05 Mol. Na Cl. In der Diphenylaminlösung riefen diese eine nur sehr schwache Reaction hervor (vergl. die obenstehende Tabelle); die hellgrüne Farbe welche die Chorophyllkörner vor dem Auftreten der Reaction erhielten war die nämliche wie jene, welche diese Körper unter den nämlichen Umstanden annahmen aus Fäden, welche allein während $^3/_4$ St. in 0.05 Mol. Na Cl verweilt hatten. Letztere Fäden wurden zum besseren Vergleiche, neben ersteren auf den Objectträger gelegt, und zugleich mit diesen beobachtet. Wäre auch Salpeter im Protoplasma vorhanden gewesen, so hätte die hellgrüne Farbe der Chlorophyllkörner einen bläulichen Ton erhalten müssen, doch dieser war hier ganz sicher nicht zu bemerken.

Da es wohl unwahrscheinlich ist dass durch die Na Cl-lösung auch der Salpeter aus dem äusseren Protoplasma entfernt wurde, so bleibt zur Erklärung des Ausbleibens der Reaction vom Protoplasma nur über anzunehmen, entweder dass der Salpeter dort in viel geringerer Concentration vorkam wie in der umgebenden Lösung, so wohl wie in der Vacuole, oder das dieses Salz so fest an das Protoplasma gebunden ist, dass es sich mittelst Diphenylamin nicht nachweisen lässt.

Da aber die Verfärbung durch das genannte Reagens wahrscheinlich von freier Salpetersäure, und nicht vom Salpeter selber hervorgerufen wird, und diese Säure wohl immer durch concentrirte Schwefelsäure aus jenem Salze freigemacht werden wird, also auch wenn es am Protoplasma gebunden ist, so kommt mir erstere Anschauung am wahrscheinlichsten vor.

Wenn dem so ist, scheint sich hier der Salpeter gerade so zu verhalten wie wie der Traubenzucker in assimilirenden

Blättern. Obwohl letztere Substanz dann fortwährend in diesen Organen bereitet, und nach den Stengeltheilen geführt wird, so gelingt es doch niemals jenen Stoff während der Assimilation dort nach zu weisen. Obwohl dieser also fortwährend durch das Protoplasma hindurchgehen muss, gerade wie der Salpeter in obigen Fällen, so sind beide Substanzen dennoch mikrochemisch nicht nachweisbar. Ueberhaupt kommt es mir wahrscheinlich vor dass nur dann gelöste Stoffe in den Zellen nachgewiesen werden können, wenn diese in der Vacuole zu einer hinreichenden Concentration angehäuft sind.

II. *Methode der Steigerung vom Salpeterwerth des Zellsaftes.*

Die zweite Methode welche zum Nachweise der Intrameabilität des Protoplasten benutzt wurde, beruht auf die Vergleichung des Salpeterwerthes vom Zellsafte (oder, was das nämliche ist, der plasmolytischen Grenzlösung *) der Zellen) frischer Geweben, mit solchen anderer, welche während mehrerer Tage in einer Salzlösung von bekannter Concentration verweilt haben.

Die Einrichtung der Versuche war folgende:

Von den frischen Zellen wurde die plasmolytische Grenzlösung in der gewöhnlichen Weise aufgesucht, und also die höchste Concentration einer Salzlösung ermittelt, welche noch gerade keine Plasmolyse verursacht, sowie die geringste Concentration welche schon Plasmolyse hervorruft. Die Concentration der plasmolytischen Grenzlösung liegt zwischen jenen beiden Werthen.

Eine grosse Zahl der Praeparate von frischen Geweben wurden dann in eine Glasschale mit 120 CC. einer Salzlösung bekannter Concentration gebracht, darin mehrere Tage belassen, und dann wieder in obiger Weise die Grenzlösung bestimmt. Die Differenz der Werthe dieser, nach und vor dem Verweilen in der Flüssigkeit, gibt dann

*) Vergl. DE VRIES, *Turgorkraft*, p. 430 und 444.

direct an um wieviel die Concentration des Zellsaftes durch den Versuch gestiegen war.

Ein Vortheil dieser Methode liegt in dem Umstande, dass sie ungefähr angibt, wie gross der Effect der Intrameabilität sein kann; die vorige Methode liess kaum mehr wie die roheste Abschätzung der Quantität des in die Vacuole eingedrungenen Salpeters zu.

In der folgenden Tabelle sind die Resultate aller vorgenommen Versuche verzeichnet. In jene wurden ausserdem die Versuche zur Bestimmung des Salpeterwerthes vom Zellsaft der frischen Zellen aufgenommen, welche Letztere so viel wie möglich den Versuchszellen gleich waren; bei diesen Versuchen sind daher in den Spalten 2, 3, 4 und 8 keine Zahlen eingeschrieben. Dieser Salpeterwerth war für alle die benutzten Spirogyra-zellen der nämliche; da diese Zahl bei den Zellen von Curcuma und von Tradescantia aber nicht constant ist, wurde sie vor jedem einzelnen Versuche aufs Neue ermittelt. Alle die diesbezüglichen Zahlen sind auch in der Tabelle verzeichnet, und jene gelten also nur für die unmittelbar folgenden Versuche.

In den ersten vier Spalten finden sich die Angaben betreffend die benutzten Zellen, das angewandte Salz, die Concentration der Lösung (in Molecülen) in der die Zellen verweilten, und die Dauer des Aufenhalts in jener bevor die plasmolytische Grenzlösung zum zweiten Male bestimmt wurde; in der fünften Spalte sind die Concentrationen der Lösungen angegeben welche Plasmolyse verursachten, und in den sechsten die, welche keine sichtbare Veränderung veranlassten. Zur Bestimmung des Salpeterwerthes wurden stets Lösungen des nämlichen Salzes angewandt, in dessen Lösung die Versuchszellen vorher verweilt hatten.

In der siebenten Spalte findet man die Concentrationen der Grenzlösungen angegeben, wie sie aus den Angaben in den beiden vorigen Spalten folgt, und in der achten schliesslich die Steigerung welche die Concentration des Zellsaftes während des Versuchs erfahren hat. Die bei einem und dem selben Versuche erhaltenen Zahlen sind alle in eine Zeile gestellt.

Alle die Versuche mit Spirogyra wurden in der beschriebenen Weise angestellt, sowie auch der zuletzt erwähnte Versuch mit Tradescantia, in welchem die Zellen in 0.10 Mol. Na Cl gebracht wurden. Zu den übrigen Versuchen mit Tradescantia und mit Curcuma wurde die folgende, etwas einfachere Einrichtung gewählt.

Eine Anzahl Praeparate, unmittelbar neben einander einem nämlichen Blatte entnommen, wurden über 5 bis 7 Lösungen vertheilt, die eine Lösung stets um 0.01 Aeq. oder Mol. schwächer wie die Andere. Die Praeparate wurden dann zuerst nach einigen Stunden, und später jeden Tag einmal untersucht. Aus dem Resultate welches nach einigen Stunden erhalten wurde, liess sich natürlich auf die plasmolytische Grenzlösung der normalen Zellen schliessen; ebenso ging aus den späteren Beobachtungen hervor welche ungefähr die Grenzlösung in jenem Momente war. Einerseits können letztere Versuche also nicht so genaue Resultate geben wie die nach der vorigen Methode angestellte, doch andererseits wird durch jene Einrichtung das öfters sehr schädliche Uebertragen der Praeparate aus der einen Lösung in die andere, umgangen.

Pflanze.	Salz.	Conc. in Mol.	Untersucht nach .... Tage.	Plasmolyse in:	Keine Plasmolyse in:	Plasmolyt. Grenzlös.	Steigerung der plasm. Grenzlös.
Spirogyra.....	—	—	—	0.30, 0.25, 0.20, 0.15	0.10	0.15	—
	—	—	—	0.21, 0.19, 0.17	0.15, 0.13		
	KNO_3	0.20	4	0.40, 0.35, 0.30, 0.25	0.25, 0.20	0.25	0.10
	NaCl	0.20	15	0.35, 0.30	0.25, 0.20	0.29 *)	0.14
	„	0.20	21	0.35	0.33, 0.30, 0.20	0.34	0.19
	„	0.10	29	0.35, 0.30, 0.25	—	0.20—0.22†)	0.05—0.07
	„	0.10	51	0.30	0.25	0.25§)	0.10
Curcuma.....	—	—	—	0.14, 0.13, 0.12, 0.11	0.11, 0.10	0.11	—
	KNO_3	0.14	4	0.14	0.14, 0.13, 0.12, 0.11, 0.10	0.14	0.03
	—	—	—	0.14, 0.13, 0.12, 0.11, 0.10, 0.09	0.08	0.085	—
	NaCl	0.14	4	0.14, 0.13, 0.12, 0.11, 0.10, 0.09	0.08	0.085	0.00
Tradescantia..	—	—	—	0.15, 0.14, 0.13	0.13, 0.12, 0.11	0.13	—
	KNO_3	0.15	4	0.15	0.15, 0.14, 0.13,	0.15	0.02
	—	—	—	0.14, 0.13, 0.12	0.12, 0.11, 0.10	0.12	—
	NaCl	0.14	4	0.14	0.14, 0.13, 0.12	0.14	0.02
	—	—	—	0.14, 0.13, 0.12	0.11, 0.10	0.115	—
	KNO_3	0.14	1	0.14	0.14, 0.13, 0.12, 0.11, 0.10	0.14	0.025
	NaCl	0.10	6	0.18, 0.16, 0.14, 0.13	0.13, 0.12	0.13	0.015

*) Die Plasmolyse in 0.30 Mol. war nur sehr schwach.

†) Der Grad von Plasmolyse in 0.25 Mol. war ungefähr der nämliche wie der, welcher in normalen Zellen auftrat wenn die Lösung um 0.03—0.05 Mol. höher concentrirt war wie der Zellsaft. Daher wurde hier die Concentration der Grenzlösung um 0.03—0.05 Mol. niedrieger geschätzt.

Es erhellt aus diesen Zahlen also dass die plasmolytische Grenzlösung der benutzten Zellen, durch Verweilen in einer Salzlösung während mehrerer Tage, eine ansehnliche Steigerung erfahren kann. Es kann diese soweit gehen dass die Zelle schliesslich ihre ursprüngliche Turgorkraft wieder bekommen hat, und dass also die Concentration des Salpeters oder des Kochsalzes im Zellsafte, die nämliche geworden ist wie die in der äusseren Lösung.

III. *Methode der nachträglichen Ausdehnung plasmolysirter Protoplaste.*

Die dritte Methode, mittelst der es mir gelang die Intrameabilität des Protoplasma nach zu weisen, ist jene der nachträglichen Ausdehnung plasmolysirter Protoplaste.

Die zu untersuchenden Zellen wurden zu diesem Zwecke in ein relativ grosses Volum einer mehr oder weniger stark plasmolysirend wirkenden Lösung irgend einer Substanz gebracht, und der Grad von Plasmolyse wiederholt beobachtet, zuerst wenige Stunden nach dem Anfang des Versuchs, und weiter meistens mit Intervallen von je einem Tage. Fast immer fand ich dass die anfänglich eingetretene Plasmolyse nach und nach geringer wurde, und schliesslich völlig verschwinden konnte. Dass diese Erscheinung die Steigerung der wasseranziehenden Kraft des Zellsaftes beweist, und also mit Wahrscheinlichkeit auf die Intrameabilität der Protoplaste deutet, geht aus folgendem hervor *).

Wenn eine Zelle in eine Lösung irgend einer Substanz gebracht wird, so entzieht jene dem Zellsafte Wasser, und zwar so lange bis ein Gleichgewichtszustand eingetreten ist, in der die, in Folge des Wasserverlustes gesteigerte, wasseranziehende Kraft des Zellsaftes jener der Umgebung gleich geworden ist. War die Lösung hinreichend concentrirt, so wird Plasmolyse eingetreten sein; der Protoplast wird sich also von den Zellwand losgelöst haben, um der Volumver-

*) Vergl. dazu: DE VRIES. *Betteraves*, p. 121.

kleinerung der Vacuole gleichen Schritt zu halten. Da, wie bekannt, (vergl. p. 332 ff.) der normale Protoplast keine der im Zellsaft gelöst vorkommenden Stoffe hinaus diffundiren lässt, und also nicht extrameabel ist, so wird der Grad der Plasmolyse sich nicht ändern, selbst nicht während eines andauernden Verweilens in der Lösung, doch nur unter der Bedingung, dass der Protoplast ebensowenig intrameabel sei für das Salz aus der umgebenden Lösung. Ist letzteres aber der Fall, so wird der Uebertritt dieser Substanz in die Vacuole die wasseranziehende Kraft des Zellsaftes steigern, und also die zuvor eingetretene Gleichgewichtslage stören. Es kann diese dann nur durch entsprechende Wasseraufnahme der Zelle aus der Lösung hergestellt werden, welche solange währen wird, bis die wasseranziehende Kraft des Zellsaftes wieder bis auf jene der Umgebung gesunken ist. Die Wasseraufnahme der Zelle bedingt aber eine Volumvergrösserung der Vacuole und somit das Rückgängigwerden der Plasmolyse, welches allmählig bis zur völligen Aufhebung dieser fortfahren kann. Umgekehrt aber beweist diese nachträgliche Ausdehnung des Protoplasten die Steigerung der wasseranziehenden Kraft des Zellsaftes, doch nur wenn die Concentration der äusseren Lösung unverändert bleibt.

Die Versuche wurden wurden zum Theile mit Chaetomorpha, zum Theile mit Spirogyra, Curcuma, Tradescantia, und mit Längsschnitten aus einem jungen Blatte von Stratiotes aloïdes angestellt. Die Resultate derjenigen zu welchen erstere Pflanze diente, sind es besonders, welche mich auf den Gedanken der Intrameabilität des Protoplasma führten.

Um gewiss zu sein dass bei der wiederholten Untersuchung der Zellen, stets die nämlichen zur Beobachtung gelangten, wurde bei Chaetomorpha in folgender Weise verfahren. Es wurden zwei normalen Fäden gewählt, der eine $1^1/_2$ bis 2 Mal so lang wie der zweite. Beide wurden dann in eine gleiche Anzahl Stücke zerschnitten, so dass die eines jeden Fadens untereinander ungefähr gleich lang waren, und dadurch in Länge bedeutend von denen des

anderen Fadens abwichen. In jeder Lösung wurde nun stets ein Stück des langen, und eines des kurzen Fadens gebracht. Dass nämliche wurde auch bisweilen mit drei Fäden von ungleichen Längen gethan. In ähnlicher Weise verfuhr ich bei den Praeparaten der Epidermis von Curcuma und von Tradescantia, bei denen stets in jeder Lösung eines das grössere war; dieses wurde zu den wiederholten Beobachtungen gewählt; die Uebrigen dienten zur Controlle.

Die in obiger Weise erhaltenen Resultate sind, einer bequemen Uebersicht wegen, unten in tabellarischer Form zusammengestellt. In der ersten Spalte befinden sich die Angaben über das benutzte Material, und die Art und Concentration der Lösung in der die Zellen gebracht wurden. Ich möchte hier aber an das in der Einleitung Gesagte erinnern, dass bei den Lösungen, welche für die Versuche mit Chaetomorpha dienten, das Lösungsmittel stets Meereswasser war. Die Zahlen, welche in Klammern hinter die Concentrationen der Rohr- und Traubenzuckerlösungen angegeben sind, deuten auf die Concentrationen isotonischer Salpeterlösungen. Bei den NaCl-lösungen würden diese überflüssig sein, weil gleich hoch concentrirte Lösungen (in Molecülen) von Salpeter und Kochsalz isotonisch sind. Die Zahlen in der zweiten und dritten Spalte deuten den Augenblick an, in der die Fäden untersucht wurden, und zwar in Stunden, gerechnet vom Augenblicke an, in der die Zellen in diejenige Lösung gebracht waren, in der sie bei der Untersuchung verweilten. Die zweite Spalte gibt also den Augenblick an in dem zum ersten Male Plasmolyse beobachtet wurde, und die dritte jenen, in dem ich sie zum ersten Male verschwunden sah. Bei längerer Dauer der Versuche wurden die Praeparate meistens einmal pro Tag untersucht, und es bleibt daher unentschieden ob die Plasmolyse vielleicht schon früher eingetreten, oder auch schon früher verschwunden war.

Eine (*s*) neben einer Zahl gibt an dass die Plasmolyse nur schwach war; und also bedeutet die Angabe: $^1/_2$—$3^1/_4$ (*s*) dass eine halbe Stunde nach dem Anfang des Ver-

suchs die Plasmolyse kräftig, doch dass sie nach $3^1/_4$ Stunde nur noch schwach war. Eine (*t*) deutet auf den turgescenten Zustand der Zelle; es war in diesen Fällen also nicht nur die anfängliche Plasmolyse verschwunden, sondern ausserdem hatte die Zelle ihre (volle?) Turgescenz wiedergewonnen. Es konnte dieses nur bei Spirogyra deutlich beurtheilt werden, und wurde dort aus dem Umstande abgeleitet dass die Querwände nach Aussen gebogen waren, da dieses auf einen im Innern der Zelle herrschenden Ueberdruck deuten muss. Selbstverständlich kann dieses nur dann in einer Zelle auftreten wenn sie an eine nicht turgescente, also plasmolysirte oder todte grenzt. Ein (*h*) bedeutet dass in nur etwa der Hälfte der Zellen die Plasmolyse verschwunden war.

	Beobachtung nach .... Stunden.			Beobachtung nach .... Stunden	
	Plasmolyse.	nicht Plasm.		Plasmolyse.	nicht Plasmol.
Chaetomorpha			0.20 (0.133)	$^3/_4$ (*s*)	$2^1/_2$
0.12 Aeq. KNO_3	1	$3^1{}_2$	0.22 (0.147)	$^3/_4$ (*s*)	$2^1/_4$
0.13 .	1	$3^1/_2$	0.24 (0.16)	$^2/_3$ (*s*)	$2^1/_4$
0.16	$^1/_2$—$3^1/_4$ (*s*)	—	0.26 (0.173)	$^2/_3$	90
0.17	$^3/_4$	7	0.30 (0.20)	$^1/_{60}$	90
0.20	$^1/_2$	7	0.40 (0.266)	$^1/_{60}$	90
0.20	$^1/_2$	$1^1/_4$	Spirogyra		
0.17 Mol. NaCl	$^2/_3$	7	0.15 Aeq. KNO_3	1 .	4 (*t*)
0.18	$^1/_2$	1	0.17	1	4 (*t*)
0.20	$^1/_2$	$6^3/_4$	0.19	1—4 (*s*)	24 (*t*)
0.23	$^1/_3$	3	0.20	$^3/_4$	19 (*t*)
0.25	$^1/_3$	3	0.21	1—4 (*s*)	—
0.18 (Mol. Rohrzucker 0.12)	1 (*s*)	$2^1/_2$	0.30 Mol. Traubenzuker (0.20)	$1^1/_2$	25*)

*) Alle Uebergänge zwischen kräftig plasmolysirten und turgescenten Zellen kommen vor.

	Beobachtung nach .... Stunden.			Beobachtung nach .... Stunden.	
	Plasmol	nicht Plasm.		Plas-molyse.	nicht Plasmol.
Curcuma			Tradescantia		
0.11 Aeq. KNO_3	$1^1/_4$)	25	0.14 Aeq. KNO_3	$1^1/_4$	28
0.12	$1^1/_4$	50 (*h*)-76	0.13	$1^1/_2$	28
0.13	1	50 (*h*)-76	0.12	$1^3/_4$	28
0.14	$^3/_4$	50 (*h*)-76	0.15	4	96
0.13	1	52	0.14	4	72
0.14	1	96	0.14 Mol. Na Cl	3	96 (*s*)
0.15	$^3/_4$	96 (*s*)	0.14	$3^1/_2$	96
0.16	$^3/_4$	96 (*h*)	0.13	$3^1/_2$	96
0 20	$^1/_2$	96 (*s*)	0.12	$3^1/_4$	48
			Stratiotes		
			0.20 Aeq. KNO_3	$2^1/_2$	$18^1/_2$

Aus diesen Angaben geht aufs Deutlichste hervor dass die mittelst dieser Methode erhaltenen Resultate vollkommen zu den früheren stimmen, und dass auch diese die Steigerung der Concentration des Zellsaftes beweisen, und also die Intrameabilität des Protoplasten wahrscheinlich machen.

Es gelang mir aber nicht in jener Weise diese Eigenschaft für die Epidermiszellen vor Curcuma im Bezug auf Kochsalz an zu zeigen.

Die Erscheinung der nachträglichen Ausdehnung plasmolysirter Protoplaste wurde auch schon früher von DE VRIES beobachtet bei Curcuma und Tradescantia bei Versuchen, in welchen die Zellen während mehrerer Tage in sehr schwach plasmolysirenden Lösungen verweil-

*) Nur ungefähr die Hälfte der Zellen war plasmolysirt; 0 11 Aeq. war also ungefähr die Concentration der plasmolytischen Grenzlösung.

ten *). De Vries schrieb diese Erscheinung aber einem abnormalen Zustande des äusseren Protoplasma und der Vacuolenwand zu. Obwohl letzteres ohne Zweifel den nämlichen Erfolg haben würde, so glaube ich dennoch Ursache zu haben zu meinen, dass man hier nicht an irgend einem abnormalen Zustande zu denken hat, und leite dieses aus folgendem ab.

Wie bekannt, ist schon eine geringe Veränderung in der Umgebung einer Zelle im Stande die Protoplasmaströmung für eine kurze Zeit, oder auch für immer zum Sistiren zu bringen; man hat daher Ursache aus dem Fortwähren dieser Bewegungen auf den normalen Zustand des Protoplasten zu schliessen. Bei einigen Versuchen mit Tradescantia achtete ich einzelne Male auf das Vorkommen jener Bewegung; diese wurde häufig beobachtet und konnte z.B. noch wahrgenommen werden bei Zellen welche 3 Tage in 0.13 Mol. NaCl, bei Anderen welche 6 Tage in 0.11 Mol. NaCl, und ausserdem bei solchen, welche zuerst 2 Tage in 0.10, und nachher 2 Tage in 0.12 Mol. NaCl verweilt hatten. Auch wenn die Zellen Plasmolyse zeigten konnte öfters noch nach einigen Tagen Protoplasmabewegung beobachtet werden. Aus diesem Ergebnisse kann man also schliessen dass man meine Versuchszellen, selbst nach 4 Tage, in mehreren Hinsichten noch als normal betrachten darf, und dass dieses wahrscheinlich ebenso mit den Zellen in den oben citirten Versuchen von de Vries der Fall war, welche vollkommen ähnlichen Versuchsbedingungen ausgesetzt waren.

Mittelst der obigen Methode habe ich weiterhin noch geprüft welchen Einfluss eine Temperatursteigerung auf jenen Vorgängen hat. Die Versuchsanstellung war dabei zweierlei; erstens wurden die Zellen in die zuvor auf bestimmter Temperatur (in zwei Versuchen das eine Mal auf 40^0, des andere Mal auf 27^0 C.) erwärmte Lösung gebracht, und diese dann weiter auf jene Temperatur erhalten, oder

*) *Vacuolenwand*, p. 555—557; vergl. besonders den Versuch auf p. 557.

die Lösung wurde nicht erwärmt, doch die Zellen auf dem Objectträger während der Beobachtung mit dem Mikroskope einer gelinden Erwärmung ausgesetzt. Letzteres fand mittelst einer kleinen Weingeistflamme statt, in ähnlicher Weise wie dieses vom DE VRIES *) beschrieben wurde. Bisweilen wurden beide Methoden angewandt.

Einige der in dieser Weise gemachten Beobachtungen werde ich hier kurz beschreiben, doch von den Andern nur die allgemeinen Resultate anführen (vergl. die folgende Tabelle).

In einem ersten Versuche wurden frische Fäden von Spirogyra in ein Probirröhrchen mit 10 CC. einer Lösung von 0.20 Aeq. KNO_3 gebracht, und diese vorher im Wasserbade auf 40° C. erhitzt, welche Temperatur weiterhin constant blieb.

Nach fünf Viertelstunden wurden drei Fäden herausgenommen, auf einen Objecträger gelegt, und untersucht. Einige Zellen waren gestorben, doch die meisten lebendig, und diese zeigten alle Uebergänge zwischen kräftiger Plasmolyse und dem turgescenten Zustande, in dem die Querwände also nach Aussen gebogen waren. Eine der plasmolysirten Zellen wurde dann zur weiteren Beobachtung ausgewählt. Nachdem die Erwärmung unterm Mikroskope angefangen hatte, dehnte sich der Protoplast allmählich aus, bis er in 4 bis 5 Minuten die Zellhöhlung wieder ganz ausfüllte, und nachher die beiden Querwände sehr deutlich nach Aussen bog.

In einem zweiten Versuche mit 0.20 Aeq. KNO_3 wurden Spirogyra-fäden, welche in dieser Lösung bei Zimmertemperatur verweilten, nach drei Viertelstunden untersucht.

In einem dieser waren die Zellen nicht, oder nur äusserst schwach plasmolysirt, während in einem zweiten Faden sich keine Plasmolyse zeigte; deutlich war aber keine Zelle turgescent. Als nun diese, unterm Mikroskope verweilend, gelinde erwärmt wurden, trat in den erst folgenden Minuten keine Veränderung auf. Bald aber fing die Concentration der Flüssigkeit an durch Verdunstung mehr con-

*) *Vacuolenwand*, p. 521.

centrirt zu werden, und in Folge dessen trat in vielen Zellen Plasmolyse auf. Da die Verdunstung am Deckglasrande vor sich ging, und also die Concentration der Lösung von der Mitte aus nach dorthin allmählich zunahm, war die Plasmolyse am stärksten in den Zellen, welche dem Rande am nächsten lagen, während sie sich in denen bei der Mitte des Deckglases noch nicht eingestellt hatte. Es wurde jetzt ein Tropfen der ursprünglichen Lösung an den Deckglasrand gebracht, und in Folge der so hervorgerufenen Verdünnung der Lösung fing die Plasmolyse bald an geringer zu werden; dieser Vorgang wurde durch weitere gelinde Erwärmung sehr beschleunigt; schliesslich verschwand die Plasmolyse nicht nur völlig, sondern es wurden die Zellen selbst deutlich turgescent. Da nun die Lösung unterm Deckglase mehr concentrirt war als im Anfang, und die Zellen sich jetzt turgescent zeigten, lässt sich auch hieraus folgern dass eine Steigerung der wasseranziehenden Kraft des Zellsaftes statt gefunden haben muss während des Verweilens auf dem Objecträger.

Nach einstündigem Verweilen in oben genannter Lösung war in einem andern Faden nur die Endzelle sehr deutlich plasmolysirt, und die Contraction war ungefähr $^1/_6$ des Volums der Zelle. Bei gelinder Erwärmung dehnte sich auch hier der Protoplast allmählich aus, bis nach 3′ die Plasmolyse fast völlig verschwunden war, und die Querwände nach Aussen vorwölbten.

In der folgenden Tabelle habe ich die Umstände angegeben unter denen die nachträgliche Ausdehnung der Protoplaste durch gelinde Erwärmung beobachtet wurde. In der ersten und zweiten Spalte findet man die Angaben betreffend das angewandte Salz und die Concentration der benutzten Lösung. In der dritten ist die Zeit, in Stunden, verzeichnet, während welcher die Zellen in der Lösung verweilt hatten, bevor sie zur Untersuchung gelangten; letztere währte höchstens 5′. Soweit nicht anders erwähnt wird, beziehen sich alle Beobachtungen auf Spirogyra nitida.

Salz.	Concentration in Mol.	Zeit, in Stunden.	Bemerkungen:
KNO_3	0.20	$1^1/_4$	40° C. Zellen sehr ungleich; plasmolysirt bis turgescent.
»	0.25	$^1/_2$	27° C.
»	0.20	1	
»	0.30	$^1/_4$	Plasmolyse verschwand nicht völlig.
»	0.20	$2^1/_2$	Stratiotes aloïdes.
Na Cl	0.20	$^1/_2$	
»	0.30	$^1/_{12}$	Plasmolyse verschwand nicht völlig.
»	0.14	24	Tradescantia discolor.
»	0.15	1	»
»	0.15	$1^1/_4$	» Plasmol. verschw. nicht völl.

Es wurden zwar mehrere Versuche in dieser Weise angestellt, doch jene werden erst später (im III Abschnitt) erwähnt werden, weil bei diesen das äussere Protoplasma während der Ausdehnung starb, und die Vacuolenwand allein lebendig blieb. Die Ursache des Absterbens des äusseren Protoplasma liegt in dem Umstand dass dieses öfters, zumal wenn die Zelle schon mehrere Stunden in der Salzlösung verweilt hat, dem Ausdehnungsstreben der Vacuole nicht schnell genug nachgeben kann, daher an einer Stelle reisst, sich zusammenzieht und stirbt. Die oben erwähnten Versuchszellen sind also jene in welchen die ganzen Protoplaste während der Beobachtung völlig lebendig blieben.

Weil die Ausdehnung der Protoplaste besonders bei Erwärmung beobachtet wurde, könnte man vielleicht meinen dass jene eine directe Folge der Temperatursteigerung sei. Wenn man aber berechnet wie gross die Ausdehnung des Wassers ist bei Erwärmung von der niedrigsten bis zur höchsten Temperatur welche bei den beschriebenen Versuchen herrschte, also von der Zimmertemperatur (± 15° C.)

bis zur oberen Temperaturgrenze des Lebens (± 50° C.), so findet man dass diese Volumvergrösserung nicht mehr wie der $^1/_{85}$ Theil des ursprünglichen Volums beträgt; der Zellsaft würde natürlich ungefähr die nämliche Zahl liefern. An plasmolysirten Protoplaste ist eine so geringe Volumvergrösserung nicht oder kaum wahrnembar, doch jedenfalls ist diese Ausdehnung durch directe Einwirkung der Temperatur so klein, dass sie die Resultate der beschriebenen Versuche gar nicht beeinträchtigt.

Als eine zweite Ursache der Ausdehnung der Protoplaste durch Erwärmung würde man sich den Druck des Deckglases denken können, welcher, während der Erwärmung unterm Mikroskop, durch theilweises Verdunsten der Lösung gesteigert werden müsste. Um zu zeigen dass dieser Druck aber auf der beschriebenen Erscheinung ohne Einfluss ist, wurde in einigen Versuchen das Deckglas nicht unmittelbar auf den Faden, sondern auf drei Papierstückchen gelegt, so dass jener das Deckglas nicht berührte. Bei gelinder Erwärmung fand dann aber dennoch die Ausdehnung des Protoplasten in ähnlicher Weise wie früher statt, und es war hierdurch also erwiesen, dass der Druck des Deckglases nicht störend auf der Versuchen eingewirkt hatte.

Besonders wenn die Zellen erst vor kurzer Zeit in die Lösung gebracht waren, kam es vielfach vor, dass bei Erwärmung unterm Mikroskope, der Grad von Plasmolyse schnell zunahm. Es darf die Ursache dieser Erscheinung aber nicht etwa in einer Extrameabilität des Protoplasten gesucht werden, oder im Allgemeinen, in einer Verringerung der wasseranziehenden Kraft des Zellsaftes. Es lässt sich diese Erscheinung nämlich völlig erklären aus dem Umstande dass die Temperatursteigerung die Beweglichkeit der Protoplasmamolecülen vergrössert, und dadurch Widerstände und molecülare Spannungen schneller ausgeglichen werden als bei niedrerer Temperatur *), und daher tritt diese Erscheinung nur auf solange der Gleichgewichtszustand noch nicht erreicht ist.

*) Vergl. DE VRIES, *Vacuolenwand*, p. 526.

IV. *Methode der Steigerung der plasmolytischen Grenzlösung bei langsamer Einwirkung des Salzes.*

Die vierte Methode welche zum Nachweise der Intrameabilität des Protoplasma für Salze dienen sollte, beruht darauf, dass die Zellen nicht unmittelbar in eine plasmolysirend wirkende Lösung gebracht werden, sondern dass man die Stärke dieser allmählich steigern lässt, von einer Concentration an, welche keine Plasmolyse hervorruft, bis über diejenige, bei der normale Zellen plasmolysirt werden.

Ist der Protoplast während der Versuchszeit nicht merkbar intrameabel so muss die Plasmolyse bei der nämlichen Concentration eintreten, ob diese in dem Versuche plötzlich, oder erst langsam erreicht wurde. Wenn hingegen der Protoplast intrameabel ist, so muss die plasmolytische Grenzlösung, bei langsam steigender Concentration, wegen des Uebertretens des Salzes in die Vacuole, höher gefunden werden, wie beim directen Einbringen der Zellen in die mehr concentrirte Flüssigkeit. Umgekehrt wird ein nämlicher Grad von Plasmolyse bei langsamer wie bei schneller Einwirkung der Salzlösung anzeigen, dass innerhalb der Versuchszeit der Protoplast nicht merkbar intrameabel war, während eine schwächere Plasmolyse bei der nämlichen Concentration, doch bei langsamer Einwirkung des Salzes, auf die Intrameabilität des Protoplasten deuten muss *).

Die ersten diesbezüglichen Beobachtungen machte ich bei meinen Versuchen zur Bestimmung der plasmolytischen Grenzlösung von Chaetomorpha. Bei diesen Versuchen wurden öfters die nämlichen Fäden hintereinander in verschiedene, stets höher concentrirte Lösungen gebracht, und es war meistens dabei sehr auffallend dass die zweite und dritte Lösung auf diese Fäden nicht, oder nicht so stark plasmolysirend wirkte, wie auf die frischen. Die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Resultate geben also

*) Vergl. DE VRIES, *Vacuolenwand*, p. 586 ff.

nur ein Verzeichniss von Beobachtungen welche gemacht wurden bei Versuchen, welche zu einem anderen Zwecke dienen sollten.

In den ersten Spalte jeder Tabelle findet man untereinander die Concentrationen der Lösungen (in Meereswasser) angegeben, in welche die nämlichen Fäden hintereinander gebracht wurden. In der zweiten findet man die Zeit in Stunden während welcher die Zellen in der zugehörigen Lösung verweilt hatten, bevor sie untersucht wurden. Sogleich nach der Beobachtung wurden sie in die folgende Lösung übergebracht. Der Grad von Plasmolyse welcher erreicht wurde, wird in der dritten Spalte angegeben; es bedeuten die Buchstaben dort, sowie in den später folgenden Tabellen: *n* nicht, *ss* sehr schwach, *d* deutlich, *st* stark plasmolytisch. Der Salpeterwerth der normalen Zellen ist ungefähr 0.15 Aeq. KNO_3, während eine Lösung von 0.25 Aeq. KNO_3 in Meereswasser anfänglich kräftige Plasmolyse hervorruft.

KNO_3 in Aeq.	Zeit in Stund.	Plasm.	Na Cl in Mol.	Zeit in Stund.	Plasm.
0.14	2	*n*	0.14	2	*n*
0.17	$1-2^1/_2$	*n*	0.17	$1-2^1/_2$	*n*
0.25	$^3/_4$	*s*	0.25	$^1/_2$	*s*

Na Cl in Mol.	Zeit in Stund.	Plasm.	Na Cl in Mol.	Zeit in Stund.	Plasm.
0.12	3	*n*	0.12	3	*n*
0.18	$^1/_2$	*s*	0.18	$^1/_2-1$	*n*
0.18 *)	1	*n*			

*) Die nach $^1/_2$ Stunde beobachtete Plasmolyse war also, in der nämlichen Lösung, nach einer weiteren $^1/_2$ Stunde verschwunden.

Nachdem also durch diese Beobachtungen die Intrameabilität de Protoplaste wahrscheinlich geworden war, stellte ich specielle Versuche an welche diese Eigenschaft in überzeugender Weise beweisen sollten.

Als Material dienten hierzu wieder frische Exemplare von Chaetomorpha; die Versuchseinrichtung war folgende.

Eine Anzahl Stücke von Fäden der genannten Pflanze wurden beim Anfang in eine Glasschale mit 40 CC. einer Lösung eines Salzes (und zwar wurde sowohl KNO_3 wie auch NaCl benutzt) von solcher Concentration gebracht, dass diese in den Zellen keine, oder (im zweiten Versuche) eine nur schwache Plasmolyse hervorrief. Als die Zellen darin $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunde (je nach dem Versuche) verweilt hatten, wurden zwei Fäden herausgenommen und untersucht. Gleich nachher wurde diese Lösung langsam mit einer, im Voraus berechneten Quantität einer stärkeren vermischt, so dass die Concentration der ersteren dadurch jedesmal um 0.01 Aeq. stieg. Das nämliche wurde, stets, nach derselben Zeit, mehrfach wiederholt, bis die Concentration beträchtlich über die der plasmolytischen Grenzlösung normaler Zellen gestiegen war.

Ich möchte hier aber nachdrücklich hervorheben dass die Versuche beendet wurden, sobald eine im Voraus bestimmte Concentration erreicht war. Das Ende der Versuche wurde also in keinerlei Weise von den währenddem erhaltenen Resultaten beeinflusst.

Die Fäden welche untersucht waren, wurden von der weiteren Beobachtung ausgeschlossen.

Es sind drei Versuche in jener Weise angestellt, und zwar ein mit Salpeter, und zwei mit Kochsalz.

Versuch mit Salpeter. Zwei Fäden, ein langer und ein kurzer, wurden jeder in 9 Stücke geschnitten, die 9 lange und 9 kurze Stücke dann in eine Lösung (in Meereswasser) von 0.12 Aeq. gebracht, und jede $^3/_4$ Stunde die Concentration dieser um 0.01 Aeq. erhöht. Jede $^3/_4$ Stunde wurden auch zwei der Fäden, ein langer und ein kurzer untersucht. Die Zellen also welche z. B. zur Untersuchung aus der Lösung von 0.18 Aeq. herausgenommen wurden,

hatten nacheinder verweilt in Lösungen von 0.12, 0.13,... 0.17 und 0.18 Aeq. KNO_3, und zwar in jeder während drei Viertelstunde. Wenn die Fäden bei der Untersuchung keine Plasmolyse zeigten, und dieses war hier stets der Fall, so wurden sie in eine mehr concentrirte Lösung übergebracht, theils um in diesen den Grad der Plasmolyse zu beobachten, theils aber nur zu sehen ob die Protoplaste noch normal waren, ob sie also noch im Stande waren normale Plasmolyse zu zeigen. Es stellte sich heraus dass letzters ohne Ausnahme der Fall war.

Vor dem Anfang des Versuchs wurde constatirt dass eine Lösung von 0.16 Aeq. KNO_3 eine sehr deutliche Plasmolyse hervorrief.

Die Resultate werden durch folgende Tabelle angegeben.

Die erste Spalte (und das nämliche gilt für die beiden folgenden Tabellen) enthält die Concentrationen der Lösung im Augenblicke als die Fäden zur Untersuchung herausgenommen wurden; die an jenen Fäden gemachten Beobachtungen sind in den folgenden Spalten in der nämlichen Zeile angegeben. Die zweite Spalte enthält die Angaben über die Plasmolyse der Zellen beim Herausnehmen aus der Lösung; wo zwei der Buchstaben neben einander stehen deuten diese entweder auf einen mittleren Grad von Plasmolyse, oder auf eine Verschiedenheit zwischen den beiden benutzten Fäden. Ebenso geben die Buchstaben in den folgenden Spalten das nämliche an, nachdem diese Fäden während de angegeben Zeiten in den höher concentrirten Lösungen verweilt hatten. Diese Concentration und die Zeit sind oben an jeder Spalte angegeben. Für alle Beobachtungen in der nämlichen Zeile wurden also die nämlichen Fäden benutzt *).

*) In der zweiten Tabelle ist dieses nicht so, wohl aber in der dritten.

KNO_3 in Aeq.	Plasmol.	in 0.18 Aeq. nach 15′	in 0.25 Aeq. nach 15′	in 0.35 Aeq. nach 10′	in ± 0.6 Aeq. nach 1′
0.12	*n*	*n*	*d*	—	—
0.13	*n*	*n*	*s n*	—	—
0.14	*n*	*n*	*s n*	—	—
0.15	*n*	—	*ss n*	—	*st*
0.16	*n*	—	*s n*	—	*st*
0.17	*n*	—	*n*	—	*st*
0.18	*n*	—	*ss n*	—	*st*
0.19	*n*	—	*n*	*n*	*st*
0.20	*n*	—	*n*	*n*	*st*

Die 18 untersuchten Fäden zusammen enthielten 640 Zellen. Der Unterschied zwischen diesen, in Beziehung zu ihrem Verhalten während des Versuchs, war sehr unerheblich.

Versuche mit Kochsalz.

1⁰. Da dieser Versuch in ähnlicher Weise wie oben eingerichtet wurde, sei hier nur als Abweichung von jenem hervorgehoben dass die Concentrationssteigerung jede halbe Stunde stattfand. Die Fäden welche herausgenommen und untersucht waren, wurden beide in zwei Hälften getheilt, jedesmal die beiden einen Hälften in 0.20 Mol., und die beiden anderen in 0.25 Mol. Na Cl gebracht, und nach 15′ untersucht. Die Buchstaben *dd* in der letzten Spalte deuten darauf hin dass die beobachtete Plasmolyse deutlich war, doch stärker wie die, welche durch 0.20 Mol. in den anderen Hälften hervorgerufen wurde.

Die 14 Fäden welche zu diesem Versuche dienten, und welche zusammen 1116 Zellen enthielten, rührten vor 4 grösseren Fäden her. Eine Lösung von 0.18 Mol. veranlasste schon nach wenigen Minuten in den normalen Zellen kräftige Plasmolyse.

NaCl in Mol.	Plasmol.	in 0.20 Mol. nach 15′	in 0.25 Mol. nach 15′
0.14	*s*	*d*	—
		—	*dd*
0.15	*s*	*d*	—
		—	*dd*
0.16	*sn*	*d*	—
		—	*d*
0.17	*sn*	*s*	—
		—	*d*
0.18	*n*	*n*	—
		—	*s*
0.19	*n*	*n*	—
		—	*ss*
0.20	*n*	—	*ss*

Es gibt dieser Versuch also das nämliche Resultat wie ersterer, nur ist dieses hier noch schlagender, weil nicht nur keine Plasmolyse eintrat, sondern selbst die anfänglich eingetretene Plasmolyse, trotz der steigenden Concentration der Umgebung, allmählich verschwand.

2⁰. Die Einrichtung war bei diesem Versuche wieder vollkommen wie bei dem mit Kalisalpeter. Die Untersuchung, sowie die Concentrationssteigerung wurde aber wie im vorigen Versuche, halbstündlich vorgenommen. Die untersuchten Fäden kamen wieder zusammen in die stärkeren Lösungen, nur bei denen aus 0.21 Mol. wurde die eine in 0.25 Mol. die andere in 0.35 Mol. gebracht.

Die Anzahl der Zellen war 952, eine Lösung von 0.16 Mol. veranlasste in 15′ eine deutliche Plasmolyse in normalen Zellen.

NaCl in Mol.	Plasmol.	in 0.16 Mol. nach 10′	in 0.18 Mol. nach 10′	in 0.25 Mol. nach 10′	in ± 0.35 Mol. nach 10′	in 0.5 Mol. nach 1′
0.12	*n*	*s*	*ss*	*d*	—	—
0.13	*n*	*n*	—	*d*	—	—
0.14	*n*	—	—	*s*	—	*st*
0.15	*n*	—	—	*s*	—	*st*
0.16	*n* *)	—	—	*ss*	—	*st*
0.17	*n*	—	—	*ss*	—	*st*
0.18	*n*	—	—	*ss n*	—	*st*
0.19	*n* *)	—	—	*ss n*		*st*
0.20	*n*	—	—	*n*	—	*st*
0.21	*n* *)	—	—	*n*	*n*	*st*
0.22	*n*	—	—	—	*n*	*st*
0.23	*n*	—	—	—	*n*	*st*
0.24	*n*	—	—	—	*n*	*st*
0.25	*n*	—	—	—	*n*	*st*

Diese drei Versuche beweisen also dass es durch obiges Verfahren möglich ist innerhalb weniger Stunden eine sehr beträchtliche Steigerung des Salpeterwerthes vom Zellsafte von Chaetomorpha hervor zu rufen.

Dass man hier wirklich mit einer Steigerung der Concentration des Zellsaftes zu thun hat, geht ausserdem hervor aus der Vergleichung von dem Grad der Plasmolyse, welchen die höher concentrirten Lösungen nachher in den Zellen veranlassten, da jener um so schwächer war aus je höher concentrirter Lösung sie herausgenommen wurden.

*) Einige wenige Zellen waren sehr schwach plasmolysirt; der Mehrzahl dieser fehlte sie aber völlig.

In der letzten Tabelle bemerkt man z. B. das die Plasmolyse in den Zellen aus 0.12 Mol. in 0.16 Mol. schwach war, doch dass letztere Lösung in den Fäden aus 0.13 Mol. keine Plasmolyse mehr hervorrief. Ebenso war die durch eine Lösung von 0.25 Mol. veranlasste Plasmolyse in den Fäden aus 0.12 Mol. deutlich, doch jene nahm allmählich ab in den Zellen aus 0.13, 0.14, u. s. w., bis sie in denen aus 0.20 nicht mehr eintrat. Bis dahin hatte der Versuch $4^1/_2$ St. gewährt und die plasmolytische Grenzlösung der Zellen musste also zu 0.20—0.25 Mol. Na Cl (in Meereswasser) gestiegen sein. Sie brauchte aber im Moment des Herausnemens aus der Lösung von 0.20 Mol. nicht 0.25 Mol. erreicht zu haben, weil auch während des Verweilens (10′) in der Lösung von 0.25 Mol., Kochsalz in den Zellsaft übergetreten sein wird, und dadurch erst die Concentration von 0.25 Mol. hervorgerufen sein kann. Aehnliches gilt am Ende des Versuchs für die Lösung von ± 0.35 Mol.; nach $6^1/_2$ St. musste der Salpeterwerth des Zellsaftes also bis 0.25—0.35 Mol. zugenommen sein. War letzteres der Fall, so war bis auf 0.05 Mol. die ursprüngliche Turgorkraft wieder eingetreten.

Es deuten jene Resultate also wahrscheinlich auf eine nicht geringe Intrameabilität des Protoplasten der genannten Pflanze für Salpeter und für Kochsalz.

Da, wie oben hervorgehoben wurde, die Versuche in einem im Voraus bestimmten Momente sistirt wurden, ist es, wenn man die erhaltenen Resultate in Betrachtung zieht, sehr wahrscheinlich dass die Zellen sich nicht abweichend würden verhalten haben, wenn die Concentration der Lösung in der nämlichen Weise noch einzelne Male mit 0.01 Mol. gesteigert worden war. Unaufhörlich würde dieses natürlich nicht weiter gehen können, doch es ist nicht wahrscheinlich dass der Endpunkt gerade am Ende jener Versuche erreicht war.

Nachdem Chaetomorpha mir diese Resultate geliefert hatte, versuchte ich ähnliche mit Spirogyra zu erhalten. Kein einziger der angestellten Versuche lieferte mir aber ein Resultat, da diese Alge (in der Monat Juni untersucht) die täglich wiederholte, plötzliche Steigerung der Concen-

tration der Lösung nicht vertragen konnte; selbst wenn diese Steigerung nur 0.01 Mol. betrug waren innerhalb zwei bis vier Tage alle Zellen gestorben.

In der nämlichen Weise, wie die zuerst beschriebenen Versuche mit Chaetomorpha angestellt wurden (vergl. p. 371), habe ich ausserdem die Epidermiszellen von Curcuma und von Tradescantia untersucht im Bezug auf die Salze Kalisalpeter und Kochsalz. Die erstere Pflanze ergab mit keinem der beiden Substanze ein überzeugendes Resultat, offenbar weil die Intrameabilität zu gering war. Auch Tradescantia lieferte wenig schlagende Ergebnisse, doch nur in den Versuchen bei welchen Lösungen von Kochzalz benutzt wurden; bei Anwendung von Salpeter waren die Resultate aber unzweideutig.

In der nämlichen Weise wie oben (p. 372) werde ich in der folgenden Tabelle die diesbezüglichen Angaben zusammenfassen. Alle die fünf Versuche wurden mit Zellen angestellt, welche einem nämlichen Blatte, an unmittelbar benachbarten Stellen entnommen waren. Die plasmolytische Grenzlösung der frischen Zellen war 0.115 Aeq. KNO_3, die Lösungen von 0.12, 0.13, und 0.14 Aeq. erzeugten daher anfänglich deutliche Plasmolyse, doch diese war nach 28 St. in beiden ersteren völlig, und in letzterer fast ganz verschwunden.

KNO_3 in Aeq.	Zeit in St.	Plasmol.	KNO_3 in Aeq.	Zeit in St.	Plasmol.	KNO_3 in Aeq.	Zeit in St.	Plasmol.
0.14	28	*n s*	0.13	28	*n*	0.12	28	*n*
0.17	21	*n*	0.16	21	*n*	0.15	21	*n*
0.21	31	*n*	0.20	31	*n s*	0.19	31	*n*

KNO_3 in Aeq.	Zeit in St.	Plasmol.	KNO_3 in aeq.	Zeit in St.	Plasmol.
0.11	28	*n*	0.10	28	*n*
0.14	21	*n*	0.13	21	*n*
0.18	31	*n*	0.17	31	*n*

Obwohl also die Lösungen von 0.12 Aeq. in frischen Zellen eine deutliche, obwohl schwache Plasmolyse verursachten, zeigten die Versuche dass nach wiederholtem Ueberbringen der Praeparate in stets höher concentrirte Lösungen, die Concentration des Zellsaftes um soviel gestiegen war, dass die Zellen selbst in Lösungen von 0.21 Aeq. keine Plasmolyse zeigten. In diesem Falle musste die Concentration des Zellsaftes also in 3 Tagen um (0.21—0.115 =) 0.095 Aeq. gestiegen sein, oder um nicht weniger wie $^3/_4$ der ursprünglichen Concentration. Im fünften Versuche, in dem keine Plasmolyse eintrat in 0.17 Aeq. K NO_3, musste die Steigerung also (0.17—0.115 =) 0.055 oder die Hälfte der ursprünglichen Concentration betragen haben.

Stellt man jetzt die Resultate von allen Versuchen, welche mittelst der vier beschriebenen Methoden erhalten wurden, zusammen, so gelangt man zu den folgenden Schlüssen:

Die Versuche nach der ersten Methode zeigten dass der Salpeter aus der Lösung in das Innere der Zelle eindringt; sie lassen aber unentschieden ob sich das Salz im Protoplasma oder in der Vacuole vorfindet.

Jene, welche nach den drei anderen Methoden angestellt wurden, bewiesen dass, durch das Verweilen der Zellen in einer Lösung verschiedener Substanzen, die wasseranziehende Kraft des Zellsaftes gesteigert wird; es blieb dabei aber ungewiss welche die Ursache der Steigerung war, da diese ebensowohl von dem Eindringen des Salzes von Aussen her durch den Protoplast hin, also der Intrameabilität des letzteren herrühren konnte, wie von einer Production, oder Spaltung vorhandener osmotischer Stoffe durch die Zelle selbe.

Betrachtet man jetzt jene Versuche nach den vier Methoden im Zusammenhang mit einander, so bemerkt man dass sie sich gegenseitig ergänzen, und dass ihre Resultate, combinirt, zu dem Schlusse führen dass die Protoplaste aller untersuchten Zellen Kalisalpeter den Durchtritt gestatten, und zwar in der Richtung, aus der ausserhalb dargebotenen Lösung in die Vacuole hinein. Zusammen beweisen sie also den Satz:

Die untersuchten Protoplaste sind unter den Versuchsbedingungen intrameabel für Kalisalpeter.

Die erste Methode liess sich nicht bei Versuchen mit Kochsalz anwenden; da die Zellen sich aber bei den drei anderen Methoden ähnlich verhielten ob man Kalisalpeter oder Kochsalz benutzte, so darf man schliessen dass die Protoplaste ebensowohl für Kochsalz, wie für Kalisalpeter intrameabel waren. Aehnliches würde dann auch wahrscheinlich für Trauben- und Rohrzucker gelten, obwohl beide nur nach der dritten Methode untersucht wurden.

Das vollständige Resultat würde also sein:

Alle untersuchten Zellen sind für alle die geprüften Substanzen intrameabel; es zeigte sich also Chaetomorpha intrameabel für KNO_3, NaCl und Rohrzucker; Spirogyra für KNO_3, NaCl und Traubenzucker; Tradescantia und Curcuma für KNO_3 und NaCl, und schliesslich Stratiotes für KNO_3.

Wie schon in der Einleitung (p. 337) erwähnt wurde, sind erst vor etwa einem halben Jahre einige wenige Versuche mitgetheilt worden, welche mit einigen der oben beschriebenen Aehnlichkeit haben. Es sind diejenigen welche von Klebs *) angestellt wurden über das Rückgängigwerden der Plasmolyse in Zellen von Süsswasseralgen in Lösungen verschiedener Substanzen. Von allen untersuchten Stoffen lieferte nur ein Einziger, d. i. Glycerin und nur bei Zellen von Zygnema ihm ein positives Resultat, da die starke Plasmolyse, welche anfangs in 10 pCt. Glycerin auftritt, durch »allmähliche Aufnahme des Glycerins" schon in den ersten Stunden zurückgeht bis der normale Zustand erreicht ist. Da aber nur dieses Zurückgehen beobachtet wurde, fehlt hier der exacte Nachweis vom Eintreten des Glycerins in die Vacuole.

Den negativen Resultaten, welche Klebs mit Kalisalpe-

*) *Ber. d. d. bot. Ges.* 1887, Bd. V, Heft 5, p. 181—188.

ter und Kochsalz erhielt, stehen meine positiven gegenüber. Wahrscheinlich wurden bei jenen Versuchen zu hoch concentrirte Lösungen angewandt.

Die Zahl der Pflanzen derer Protoplaste ich auf Intrameabilität untersuchte, ist zwar nicht gross, doch habe ich darauf geachtet solche Pflanzen zu wählen welche, während ihres normalen Lebens, den verschiedensten äusseren Umständen ausgesetzt sind, also solche welche im Meereswasser, im Süsswasser, und in der Luft leben.

Im Bezug auf den Grad, bis zu welchem ihre Protoplaste intrameabel sind, traten zwischen den Zellen jener Pflanzen sehr erhebliche Unterschiede auf.

Am stärksten intrameabel zeigte sich die Meeresalge Chaetomorpha, also diejenige, welche in einem sehr stark wasseranziehenden Medium vegetirt. Weniger stark wurde diese Eigenschaft bei der Süsswasseralge Spirogyra gefunden, welche in einer nur ässerst schwach wasseranziehenden Flüssigkeit lebt, doch erheblich geringer intrameabel wie letztere waren endlich die Protoplaste der Landpflanzen Curcuma und Tradescantia.

Die Unterschiede welche die genannten Pflanzen in dieser Hinsicht zeigen, gehen deutlich hervor aus der Vergleichung der Zeite welche ihre Zellen brauchen um durch Aufnahme einer nämlichen Substanz, die Concentration ihres Zellsaftes um 0.01 Mol. steigen zu lassen, wenn man die Concentration der äusseren Lösung so wählt, dass diese mit dem Zellsafte ungefähr isotonisch ist. Es geben zwar die oben erwähnten Versuche diese Zeiten nicht ohne Weiteres an, doch lassen sich diese doch annäherend aus jenen ableiten.

Man findet daher dass die Zeiten für die Steigerung um 0.01 Aeq. für KNO_3 und für NaCl benöthigt sind:

	KNO_3	NaCl
Chaetomorpha	1/3 St.	1/2 St.
Spirogyra	2 »	——
Tradescantia	1 Tag	4 Tage
Curcuma	2—3 Tage	mehr wie 7 Tage

Es ist selbstverständlich dass diese Zahlen nur Beziehung haben auf die Zellen, welche zu meinen Versuchen dienten, und also keinen Anspruch auf grosse Genauigkeit oder auf allgemeine Gültigkeit erheben können. Wenn man nun hierbei in Betracht zieht dass 0.01 Mol. die Grenze der Genauigkeit bildet, welche mittelst der plasmolytischen Methode erreicht werden kann, so erhellt dass die Resultate der obigen Versuche mit den beiden zuletzt genannten Pflanzen angestellt, vollkommen mit den von DE VRIES *) erhaltenen übereinstimmen. Letztere ergaben nämlich dass die Zellen von Curcuma und Tradescantia innerhalb 4 bis 20 Stunden nicht merkbar intrameabel waren für Salze wie Salpeter und Kochsalz.

Es hängt wahrscheinlich mit der Grösse der Intrameabilität zusammen dass Chaetomorpha sich viel resistenter gegenüber concentrirten Salzlösungen erweist wie z. B. Spirogyra. Die Fäden von erstgenannter Pflanze können in Lösungen von 0.25 Aeq. KNO_3 oder von 0.40 Mol. Rohrzucker (isoton. mit 0.266 Aeq. KNO_3) in Meereswasser ruhig weiter vegetiren (vergl. p. 386), während Spirogyra im Sommer höchstens 0.20 Aeq. KNO_3 in Dünenwasser scheint vertragen zu können. Es will mir aber scheinen, als wenn ihre Resistenz, während der Perioden des schnelleren Wachsthums, eine erheblich grössere sei.

Den höchsten Grad von Intrameabilität beobachtete ich aber bei anderen, oben nicht erwähnten Versuchen mit Chaetomorpha in Salpeter- und Kochsalzlösungen, bei welchen nicht wie sonst Meereswasser, sondern destillirtes Wasser als Lösungsmittel benutzt wurde.

Die Veranlassung zu diesen Versuchen war mein Wunsch, während meines Aufenthalts in Neapel ausserdem zu untersuchen in wie weit die isotonischen Coëfficiënten verschiedener Substanzen auch für concentrirtere Lösungen gelten würden. Wie bekannt war DE VRIES bei seinen diesbezüglichen plasmolytischen, wie anderen Versuchen †) genöthigt

*) *Vacuolenwand*, p. 586 ff.

†) *Turgorkraft*, p. 453—511.

die Concentrationen seiner Lösungen so zu wählen, dass diese mit solchen von 0.10 bis 0.25 Aeq. KNO_3 isotonisch waren, weil der Salpeterwerth des Zellsaftes der benutzten Zellen diesen Concentrationen entsprach. Da aber Meereswasser für sich schon mit 0.60 Aeq. KNO_3 isotonisch ist (p. 344), und die Turgorkraft der Algenzellen ungefähr 0.14 Aeq. KNO_3 gleich kommt, so würde man mit jenen Zellen die isotonischen Coëfficiënten bestimmen können für Lösungen, welche mit ungefähr 0.75 Aeq. KNO_3 isotonisch, und also im Durchschnitt 5 Mal höher concentrirt waren, wie die von DE VRIES benutzte.

Dementsprechend habe ich etliche Versuche angestellt, allein alle diese scheiterten völlig an der erheblichen Intrameabilität der Protoplasten von Chaetomorpha und von anderen Algen unter diesen Umständen. Jene war, beim Gebrauch von Lösungen in destillirtem Wasser, so gross dass es mir nicht möglich war auch nur annäherend den Werth der plasmolytischen Grenzlösung zu ermitteln.

Als Beispiel für Chaetomorpha möchte ich erwähnen dass in einem Versuche eine Lösung von 1.0 Aeq. in Aq. dest. (welche also um 0.25 Aeq. höher concentrirt war wie der Zellsaft) in 5′ einen Anfang von Plasmolyse hervorrief, diese aber schon nach 45′ völlig verschwunden war In weiniger als drei Viertelstunden musste die Concentration des Zellsaftes also um wenigstens 0.26 Aeq. KNO_3 gesteigert sein.

In einem andern Versuche, benutzte ich Zellen von einer anderen Pflanze, nämlich jene aus dem Thallus einer braunen Alge, Dictyota dichotoma, welche unters Mikroskop in die genannte Lösung von 1.0 Aeq. KNO_3 in Aq. dest. gebracht wurden. Schon nach 2′.5 zeigten die Zellen sich deutlich plasmolysirt, während die Contraction ungefähr $^1/_8$ des totalen Zellvolums betrug. Dann aber fingen die Protoplaste sogleich an sich wieder aus zu dehnen, bis 1′ später die Plasmolyse völlig verschwunden war.

Ich war also dieser Umstände wegen genöthigt, auf eine weitere Verfolgung der obigen Frage zu verzichten.

Am Schlusse dieses Abschnittes möchte ich einige Beobachtungen erwähnen, welche gelegentlich der beschriebenen Versuche gemacht wurden, und wohl am besten hier eingereiht werden.

Wenn man eine grosse Zahl Algenfäden, von Chaetomorpha, so wie auch von Spirogyra in plasmolysirenden Flüssigkeiten untersucht, so fällt es Einem auf dass, während der Grad von Plasmolyse welche eine nämliche Lösung in verschiedenen Fäden hervorruft ein sehr verschiedener sein kann, die Zellen eines nämlichen Fadens dennoch ein überaus gleichmässiges Verhalten zeigen. Ausnahmen von dieser Regel bilden aber vielfach die Endzellen eines Fadens, da in diesen ziemlich allgemein die Plasmolyse deutlich stärker gefunden wird. Das nämliche zeigen auch die Zellen am Rande von Praeparaten der Epidermis von Curcuma und von Tradescantia, wie es auch schon von DE VRIES, beobachtet wurde *). Besonders bei Chaetomorpha war dieses auffallend, und es wurden daher stets die Endzellen ausser Betrachtung gelassen, sowie auch die fast kugeligen Zellen welche sich in geringer Anzahl zwischen den cilindrischen vorfinden; ihrer Form wegen tritt in jenen die Plasmolyse, stets weniger deutlich hervor.

Bei der Besprechung der dritten und vierten Methode wurden die Versuche mit Chaetomorpha erwähnt, in denen erstens die Fäden sogleich in Lösungen verschiedener Concentrationen von Rohrzucker in Meereswasser gebracht wurden (p. 364), und zweitens jenen in dem die Concentration der Kochsalzlösung allmählich gesteigert wurde von 0.12 bis zu 0.25 Mol. (p. 377).

Alle die Fäden welche am Ende dieser Versuche noch übrig waren, wurden in der Flüssigkeit, in der sie dann verweilten, weiter cultivirt, also in den Rohrzuckerlösungen von folgenden Concentrationen: 0.16 Mol. (= 0.107 Aeq. KNO_3), 0.18 (0.12), 0.20 (0.133), 0.22 (0.147), 0.24 (0.16), 0.26 (0.173), 0.30 (0.20), 0.40 (0.266), und in der Na Cl-

*) *Turgorkraft*, p. 447.

lösung von 0.25 Mol. Erstere blieben in den Probirröhrchen in den sie bisher verweilt hatten, jede mit 10 CC. Flüssigkeit, und jene wurden alle neben einander vor einem Nordfenster gestellt; letztere kamen in einen Glascilinder mit 40 CC. der Lösung durch der fortwährend, Tags und Nachts, einen Luftstrom geführt wurde. Unter diesen Umständen lebten die Algen ruhig weiter, obwohl die Rohrzuckerlösungen sich allmählich in Folge von Bacterienentwickelung trübten.

In der Kochsalzlösung verweilten in dieser Weise 14 Fäden, welche zusammen 560 Zellen zählten (die kugelförmigen und die Endzellen ausgenommen); am Ende des Versuchs, nach 12 Tagen, waren nur noch 510 Zellen lebendig, doch keine einzige dieser zeigte, weder während des Versuchs, noch auch am Ende, eine Spur von Plasmolyse.

In den Rohrzuckerlösungen verweilten im Ganzen 23 Fäden, welche beim Anfang 1040 Zellen enthielten. Nach $9^1/_2$ Tag waren alle die Fäden in 0.20 und in 0.24 Mol. völlig gestorben; von den Andern waren nur einzelne Zellen todt, doch die übrigen lebendig und nicht plasmolysirt.

Wiewohl die Zelltheilung in beiden Versuchen völlig ausgeblieben war, so hatte aber damit das Wachsthum der Fäden nicht aufgehört. Es zeigte sich nämlich dass jedesmal die Endzellen der Fäden, an einer Seite oder an beiden zugleich, ihr Volum vergrösserten, und dabei die freie Querwand nach Aussen vorwölbten. Meistens wurde dieses von einer Anhäufung der Chlorophyllkörner am Vorderende der Zelle vorangegangen, während die gegenüberliegende Seite dadurch mehr oder weniger farblos wurde. Die Volumvergrösserung nahm mit jedem Tage zu, und mehrere Zellen erreichten dadurch schliesslich das Doppelte des ursprünglichen Volums; auch in diesen blieb die Zelltheilung aber völlig aus.

Nachdem die Volumvergrösserung aufgehört hatte, starb der Protoplast allmählich, und der Anfang dieser Veränderung zeigte sich immer darin dass jener sich von der Wand zurückzog. Dann fing aber meistens die unterlie-

gende Zelle an aus zu wachsen, und wölbte dabei wieder die freie Querwand nach Aussen vor; bisweilen auch wuchsen beide zugleicher Zeit aus; Figur 4 zeigt solche Zellen nachdem sie $3^3/_4$ Tag in 0.40 Mol. Rohrzucker verweilt hatten.

Das Auswachsen fand auch dann statt wenn schon im Anfang einige Zellen am Ende des Fadens gestorben waren. In einem solchen Falle dehnte sich die lebendige Endzelle aus, und füllte allmählich die benachbarte, todte Zelle an; aber auch dann hörte das Wachsthum noch nicht auf, da jene ausserdem die Aussenmembran der todten Zelle nach Aussen bog.

Am schönsten beobachtete ich dieses an einem Faden welcher 6 Tage in der stärksten der Rohrzuckerlösungen (0.40 Mol.) verweilt hatte (Fig. 5).

Aus diesem Verhalten der Zellen geht also entschieden hervor dass diese, selbst in jenen relativ hoch concentrirten Lösungen noch Wachsthum zeigen, und erhebliche Widerstände überwinden können. Sie müssen also während des Versuchs ihre volle Turgescenz wiederbekommen haben, und der Salpeterwerth des Zellsaftes muss um soviel zugenommen sein, wie der Concentration entspricht, zu der die Substanz in der umspülenden Flüssigkeit vorhanden war.

Die Spirogyra-fäden welche in den Monaten Juni und Juli während längerer Zeit in Salzlösungen cultivirt wurden, verhielten sich ganz abweichend von Chaetomorpha; eine Volumvergrösserung der Endzelle, in der Weise wie oben für letztere Pflanze beschrieben wurde, fand bei jenen nicht statt. Andererseits konnte constatirt werden dass in diesen Zelltheilung stattgefunden hatte, da zu wiederholten Malen sich Zellen zeigten in denen die Theilung noch nicht beendet war. An sonst normalen Fäden war dieses bisweilen daran zu ersehen dass in jedem Zellenpaar die Kerne zwar in der Achse, doch nicht in der Mitte der zugehörigen Zelle lagen, sondern mehr oder weniger nach der gemeinsamen Wand hin verschoben waren. Es hatte also den Anschein als wenn die Zelltheilung

vollendet war, doch die Kerne ihre definitive Stellung noch nicht eingenommen hatten.

Bei der Plasmolyse zeigte sich dann aber meistens dass die Scheidewandbildung ihr Ende noch nicht erreicht hatte da die Wände nicht vollkommen ausgebildet waren. In der Mitte zeigten sie nämlich eine mehr oder weniger grosse Oeffnung, durch welche die beiden Protoplaste unter einander in Verbindung standen. Alle Uebergänge in der Ausbildung jener Scheidewände kamen dabei vor, von der ersten Anfang an, in der sich auf die Wand der Mutterzelle an der Innenseite eine kleine, ringförmige Leiste zu bilden anfängt, bis zu denen wo die beiden Protoplaste nur noch durch einen ganz dünnen Strang vereinigt waren; stets aber war die Kerntheilung beendet.

Es hatte somit den Anschein als wenn die Salzlösung die Lebensfunctionen der Zellen ein wenig hemmte, und dass daher die Zelltheilung, welche gewöhnlich Nachts vor sich geht und Morgens vollendet ist, jetzt auch spät am Tage ihr Ende noch nicht erreicht hatte.

Besonders merkwürdig ist aber der Fall, welchen ich an Spirogyra-zellen beobachtete aus einer 29-tägigen Cultur in einer Lösung von 0.1 Mol. Na Cl. Es hatten sich dabei zwei Zellen, welche durch Theilung aus einer hervorgegangen waren, doch derer Protoplaste sich wegen der unvollständigen Scheidewand noch nicht völlig getrennt hatten, aufs Neue getheilt. Es standen somit vier Zellen, durch Oeffnungen in den unvollendeten Scheidewänden, unter einander in Communication. Die Kerntheilung war völlig beendet, und von jedem der Theile gingen, wie auch in der normalen Zelle, die Protoplasmaströme nach den Chlorophyllbändern im Wandplasma hin (Fig. 6).

In den Fäden hingegen, welche im Monat October in 0.13 Aeq. KNO_3 cultivirt wurden, war die Zelltheilung eine energische, doch diese zeigte auch nicht die geringste Abnormalität.

Im Anfang dieses Abschnitts (p. 342) wurde erwähnt dass bei der Plasmolyse von Chaetomorpha-zellen das körnige Protoplasma sammt den Chlorophyllkörnern sich als

ein schmales Band in die Mitte der Zelle zusammenzieht (vergl. Fig. 1).

Derartige Veränderungen in Form und Stellung der Chromatophoren treten auch bei Plasmolyse anderer Meeresalgen auf, sowie auch bei Spirogyra.

Von ersteren erwähne ich nur die Floridee Lomentaria firma welche in dem Golfe von Neapel sehr häufig ist. Die Stammglieder dieser Pflanze sind aus einem grosszelligen Markgewebe aufgebaut, welches ringsherum von einem kleinzelligen Bastgewebe umgeben ist. In letzterem besitzen die Zellen roth gefärbte Chromatophoren von ellipsoïdischer Gestalt; diese bleibt während der Plasmolyse unverändert. In den Markzellen hingegen sind die ebenfalls rothen Chromatophoren schmal bandförmig, und liegen, vielfach hin und her gebogen, im Protoplasma vertheilt. Vielleicht bilden sie alle zusammen in jeder Zelle nur ein einziges Band. Dieses weist breitere und schmälere Stellen auf, doch im Durchschnitt wechselt die Breite ziemlich wenig (Fig. 7). Die Form und die Stellung jener Chromatophoren erfahren in der normalen Zelle langsame Aenderungen, welche am Besten zu erkennen sind wenn man die Chromatophoren mit der Camera lucida zeichnet.

Lässt man eine stark plasmolysirende Lösung auf die Zellen einwirken, wie z. B. 10% KNO_3 in Meereswasser, so werden jene Bänder allmählig stellenweise schmäler, während sie zwischen diesen Stellen anschwellen; in dieser Weise zerfallen die Chromatophoren in einer grossen Anzahl Theilstücke, welche sich abrunden und allmählich den Farbstoffkörpern der Bastzellen ähnlich werden. (Fig. 8). Diese Veränderungen waren in einem Falle schon nach einer Stunde völlig beendet. Ob sich die Form jener Körper nach dem Verschwinden der Plasmolyse, in Folge vom Auswaschen der Salzlösung, allmählich wieder herstellt, und jene dann zu ähnlichen Bändern wie vorher verschmelzen, ist mir unbekannt geblieben.

Schliesslich noch eine Bemerkung über Spirogyra nitida. Bei dieser liegt, wie bei allen Spirogyra-arten, der Zellkern in der Achse der Zelle, und ist nach allen

Seiten durch Plasmasträngen mit den Chlorophyllbändern im wandständigen Protoplasma verbunden *).

Wenn diese Alge in Salzlösungen gebracht wird welche nicht oder nur schwach plasmolysirend wirken, wie z. B. in 0.10 bis 0.20 Aeq. KNO_3 oder NaCl, so scheint es öfters als wenn in der Mitte der Zelle kräftige Plasmolyse sich einstellt, weil dort die Chlorophyllbänder ringsherum scharf nach Innen gebogen werden. Der zuvor meist cilinderförmige (scheibenförmige?) Zellkern verbreitet und verkürzt sich zugleicher Zeit, und nimmt also allmählich eine mehr ellipsoïdische Gestalt an. Bei genauer Beobachtung, zumal mit stärkerem Objective, bemerkt man jedoch dass die Chlorophyllbänder sammt einem Theile des körnigen Protoplasma ihre Lage verändert haben, dass aber die Hautschicht und der übrige Theil des körnigen Plasma an ihrer Stelle geblieben sind. Diese liegen also gegen die Zellwand an, wenn die Lösung nicht plasmolysirend wirkt, doch haben sich bisweilen auch in der Mitte ein wenig von der Zellwand entfernt, wenn die Zelle plasmolysirt ist. In letzterem Falle hebt sich das Protoplasma in den Ecken der Zellen von der Wand ab (Fig. 10). In dem wandständigen Theile des Körnerplasma zeigten sich kräftige Strömungen, sowie auch in den einzelnen Fäden und Strangen, welche zwischen diesem Theile und den Chlorophyllbändern ausgespannt waren (Fig. 9).

Bei gelinder Erwärmung unterm Mikroskope sah ich den Kern deutlich sich noch mehr abrunden, einerseits sich nach der Wand hin begeben, und schliesslich mit dem wandstän-

---

*) Dass der Zellkern, obwohl mitten im Zellsafte liegend, dennoch durch die Vacuolenwand von diesem getrennt ist, geht besonders aus folgender Beobachtung hervor. Einige Fäden von genannter Alge hatten während 2 Stunden in einer Lösung von 0.1 Aeq. KNO_3 mit Eosin verweilt. In vielen Zellen war nun der Kern roth gefärbt, obwohl die nach Aussen gebogenen Querwände auf die Turgescenz der Zelle deuteten. Ich möchte diese Erscheinung aus dem Umstande erklären dass das äussere Protoplasma gestorben und gefärbt war, und also auch der Kern, während die Vacuolenwand noch am Leben war, und die Querwand nach Aussen gebogen hielt.

digen Plasma verschmelzen. Sobald dieses geschehen war nahmen die Chlorophyllbänder ihre frühere Lage wieder an, und dann sah die Zelle wieder völlig wie normal aus, die Lage des Zellkerns ausgenommen.

Es scheint mir diese Einbiegung die nämliche zu sein, wie jene welche NAEGELI *) beschreibt als Folge der Wirkung eines mechanischen Druckes auf Zellen von Spirogyra.

Ich möchte die Erscheinung des scharf Einbiegens der Chlorophyllbänder daran zuschreiben, dass der Kern, bei der Einwirkung des fremden Mediums, sich nach der Wand hin zu begeben strebt, sich abrundet und dabei an den Plasmafäden die Chlorophyllbänder mit sich zieht, bis jene zerreissen. Dann kann der Kern ungehindert in Wandplasma aufgenommen werden, und können die Bänder ihre ursprüngliche Gestalt und Stellung wieder annehmen.

II. ABSCHNITT.

DER INTRAMEABLE PROTOPLAST IST NICHT EXTRAMEABEL.

Da im vorigen Abschnitte gezeigt wurde dass die Zellen der untersuchten Geweben einzelnen Stoffen den Durchtritt gestatten, wenn diese in gelöster Form den Zellen dargeboten werden, wurde somit die Intrameabilität der Protoplaste jener Zellen nachgewiesen.

Von der grossen Anzahl wichtiger Fragen welche sich an dieses Ergebniss anknüpfen, wünsche ich hier nur eine einzige zu besprechen, welche aber principiell von grosser Wichtigkeit ist.

In der Einleitung (p. 332 ff.) wurde hervorgehoben dass die Untersuchungen von NAEGELI und von anderen Forschern gezeigt haben, dass der gesunde Protoplast die Substanzen

---

*) „Primordialschlauch", in: *Pflanzenphysiologische Untersuchungen* von NAEGELI und CRAMER, 1855, Heft 1, p. 11 ff.

welche sich im normalen Zellsafte vorfinden, nicht in die umspülende Flüssigkeit hinaus diffundiren lässt. Jetzt ist es von Interesse zu wissen, wie sich der Protoplast verhält dem Stoffe gegenüber, welcher zuvor von Aussen her in die Vacuole eingedrungen war. Mit anderen Worten lautet die Frage also: Ist der Protoplast, der sich für eine bestimmte Substanz intrameabel erwiesen hat, sogleich nachher, für den nämlichen Stoff extrameabel?

Ist der intrameable Protoplast auch extrameabel, so muss die Steigerung, welche die wasseranziehende Kraft des Zellsaftes beim ersten Theile des Versuchs erfahren hat, beim Verweilen in einer zweiten Flüssigkeit allmählich wieder abnehmen, bis der Salpeterwerth des Zellsaftes bis auf den der normalen Zelle gesunken ist. Wenn die Versuchszellen dieses Resultat ergeben, so zeigt dieses dass die kurz vorher intrameablen Protoplaste auch extrameabel sind. Es darf dieser Schluss aber nur unter der Bedingung gezogen werden, dass zugleicher Zeit bewiesen wird dass die Zellen noch immer vollkommen normal sind. Wäre dieses nicht der Fall so könnte die Extrameabilität ebenso wohl auf einem theilweisen Absterben der Zellen beruhen, da auch dieses einen Ausgleich der Differenze zwischen die umgebende Lösung und den Zellsaft hervorruft. Dass man bei diesem Falle aber den grössten Vorsicht in Acht nehmen soll, geht aus dem Umstande hervor dass dieser halbtodte Zustand auch eingetreten sein kann, ohne dass es sich direct an dem Protoplasten bemerken lässt. Ein schönes Beispiel dazu liefern die Endzellen der Chaetomorphafäden, welche in den Kochsalz- und Rohrzuckerlösungen ausgewachsen waren (vergl. p. 386), doch schliesslich starben. Bevor der Tod aber eingetreten war, wurde in jenen Zellen Plasmolyse sichtbar, und dann war der Protoplast äusserlich noch durch Nichts von denen anderer Zellen zu unterscheiden *). Die Contraction des Protoplasten konnte nur

*) Es wollte mir mehrere Male scheinen als wenn, während dieser Veränderungen, einen Farbstoff abgeschieden wurde, welcher den Zellsaft blass roth färbte. In den normalen Zellen fehlte dieser völlig.

daher rühren dass dieser für die Inhaltsstoffe der Vacuole extrameabel geworden war, und der Zellsaft also allmählich der umgebenden Flüssigkeit gleich wurde. Da nun der Protoplast durch Nichts mehr gehindert wurde, konnte dieser seinem Contractionsstreben nachgeben, und sich also von der Wand loslösen.

Ist aber der intrameable Protoplast nicht extrameabel, so wird der Salpeterwerth des Zellsaftes der Versuchszellen, während ihres Verweilens in der zweiten Lösung, nicht verändern, wenigstens nicht sinken müssen. Umgekehrt, wenn der Salpeterwerth unter jenen Umständen nicht sinkt, beweist dieses dass der Protoplast nicht extrameabel ist, oder vielmehr dass unter den Versuchsbedingungen während der Versuchszeit der Protoplast nicht merkbar extrameabel war. Wird also die bestehende Differenz zwischen Zellsaft und äussere Lösung nicht ausgeglichen, so beweist dieses schon genügend den normalen Zustand der Zelle; es in anderer Weise nochmals au zu zeigen würde also hier überflüssig sein.

Die drei, in dem vorigen Abschnitte zuletzt besprochenen Methoden, würden auch zur Lösung der Frage nach der Extrameabilität der Protoplasten benutzt werden können, allein es war mir nicht möglich diese jetzt an zu wenden. Die Ursache davon liegt in dem Umstande dass um die Zeit als ich jene Versuche vornehmen wollte, mir nur Spirogyra zu Gebote stand, und diese Alge, wie auch schon früher (p. 378) hervorgehoben wurde, sich als zu zart erwies um ein Wechseln der Lösungen ohne Schaden vertragen zu können. Chaetomorpha wird, allem Anscheine nach, sich viel besser zu jenen Versuchen eignen, allein ich bin jetzt genöthigt diese bis auf Weiteres zu verschieben.

Es bleibt also vorläufig nur übrig zu versuchen ob sich mit Spirogyra bessere Resultate erhalten lassen mittelst der zuerst besprochenen Methode, des directen Nachweises von Salpeter im Zellsafte. Man braucht zu diesem Zwecke also nur zu untersuchen ob die Quantität des Salzes, welche während einer bekannten Zeit aus der Salpeterlösung aufgenommen wurde, beim Verweilen in die zweite Flüssigkeit entweder abnimmt, oder nahezu die nämliche bleibt.

Verändert jene Quantität und also die Intensität der Reaction mit Diphenylamin nicht, so kann dieses nur auf einen nicht merkbaren Grad von Extrameabilität des Protoplasma während der Versuchszeit deuten.

Nimmt die Reaction beim Versuche schnell in Intensität ab, so erweist sich der Protoplast dadurch als in beträchtlichem Maasse extrameabel; findet jene Abnahme aber langsam statt, so darf man hieraus nicht ohne Weiteres auf einen geringen Grad von Extrameabilität schliessen. Jene Abnahme, kann nämlich auch bei fehlender Extrameabilität, durch einen anderen Umstand erklärt werden, und zwar durch das Wachsthum der Fäden. Da bei diesem Vorgange der in den Zellen enthaltene Salpeter über ein grösseres Volumen vertheilt wird, muss die Concentration dieses Salzes dementsprechend sinken, und die Intensität der Reaction abnehmen.

Thatsächlich fand dieses statt in den beiden Versuchen welche am Ende dieses Abschnitts besprochen werden sollen.

Also nur dann darf man aus einer langsamen Abnahme der Salpeterreaction der Versuchszellen auf die Extrameabilität schliessen, wenn zugleicher Zeit gezeigt wird dass die Fäden nicht, oder nur wenig gewachsen sind.

Es ist dieses ein Umstand, welcher bei den Versuchen zur Anwendung von Lösungen von nicht zu geringer Concentration nöthigt, da es sonst möglich ware, dass schon innerhalb weniger Tage das Wachsthum die Reaction bis zum völligen Verschwinden herabsetzte.

Ein erster Versuch war in folgender Weise eingerichtet:

Eine grosse Anzahl Spirogyra-fäden, jeder ungefähr 0,5 cM. lang, wurden, Mitte Juli, in eine Lösung von Salpeter gelegt, in der sie während einer bestimmten Zeit verweilten; nachher wurden sie in eine isotonische Kochsalzlösung übergebracht.

Bei jeder Prüfung der Zellen wurden stets drei Fäden herausgenommen und mit Diphenylamin untersucht. Während des andauernden Aufenthalts in der Kochsalzlösung starben in diesem Versuche mehrere Fäden völlig ab, sowie auch viele Zellen aus den einzelnen Fäden; immerhin blieb

aber doch ungefähr die Hälfte der Zellenzahl völlig lebendig; Wachsthum und Zelltheilung konnten nicht constatirt werden.

Die Zellen waren alle turgescent, und die Querwände der lebenden, an der Grenze von den todten, deutlich nach Aussen gebogen, während die Endzellen völlig abgerundet waren. Die Fäden verweilten während $23^1/_2$ St. in einer Salpeterlösung von 0.13 Aeq. und jeder Faden, welcher untersucht wurde, blieb vorher so lange in der Kochsalzlösung (auch von 0.13 Mol.), als in der ersten Spalte der folgenden Tabelle verzeichnet ist. Die drei folgenden Spalten enthalten die Reactionen welche die drei Fäden, welche jedesmal nach einander untersucht wurden, zeigten. Diese sind so in der Tabelle eingetragen dass stets die zweite Spalte die schwächste der beobachteten Reactionen enthält, und die vierte die stärkste.

Die Bedeutung der Zahlen ist die nämliche wie oben (p. 352) d.i: 0 = nicht, 1 = sehr schwach, 2 = schwach, 3 = deutlich, 4 = dunkel, 5 = intensiv. Zwei Zahlen neben einander geben an dass die eine Hälfte des Fadens die eine, die andere Hälfte die andere Reaction zeigte.

Zeit des Verweilens in der NaCl-lösung.	Reaction:		
	1er Faden.	2er Faden.	3er Faden.
$1^1/_2$ Stunde	4	4	4 - 5
1 Tag	3	3	3
2 Tage	4	4	4 — 5
3 »	3	4	4 — 5
5 »	0—3 *)	0—3 *)	4—5
7 »	4	4	4
10 »	4	4	4—5
14 »	4—5	5	5
21 »	4	4	4
28 »	3	3	4
35 »	3	4—5	5
49 »	4	5	5
63 »	4	4	5
78 »	3—4	4	5

*) Der Theil des Fadens welche keine Reaction veranlasste, sah völlig

Da nach 78 Tage das Material erschöpft war, musste der Versuch abgeschlossen werden.

Nachdem die Fäden während 13 Tage in der Na Cl-lösung verweilt hatten, wurde diese Flüssigkeit auf Kalisalpeter geprüft, und zwar in der oben (p. 351) beschriebenen Weise; sie rief aber keine mit blossem Auge sichtbare Reaction hervor, und es musste die Concentration des Salpeters also geringer sein wie 0.0001 Mol., oder 0.001 pCt. Auf einem Objectträger wurde dann 0.4 CC. jener Lösung auf einer kleinen Oberfläche eingedampft, und die zurückbleibende Krystalle mit Diphenylamin untersucht. Nur an einzelnen Stellen trat eine Reaction auf, zum Beweise dass sich nur einzelne Salpeterkryställchen zwischen denen von Na Cl vorfanden; erstere rührten ohne Zweifel von dem Salpeter her, welcher aus den abgestorbenen Zellen in die Lösung gelangt war. Diese Quantität war also zu gering um die kräftige Reaction der lebendigen Zellen zu veranlassen; ausserdem spricht die Beobachtung, dass die todten Zellen niemals als eine Reaction veranlassten, gegen eine solche Erklärung.

Dieser Versuch zeigt also dass die Quantität des Salpeters welche in einem Tage durch den Protoplast in die Vacuole eingedrungen war, sich selbst nach 78 Tagen dort in unverminderter Menge vorfand.

Es ist selbstverständlich dass jenes Resultat vorläufig nur für obige Versuchsbedingungen gilt, und also nur für Spirogyra und für Salpeter, so dass es immerhin möglich ist dass andere Pflanzen oder andere Substanzen abweichende Resultate liefern. Wahrscheinlich dünkt mir letzteres aber nicht, weil es sich bei der Extrameabilität wahrscheinlich um eine fundamentale Eigenschaft des Protoplasten handelt *), und es in diesem Falle kaum anzunehmen ist dass verschiedene Zellen sich grundverschieden verhalten würden.

---

normal aus. Es ist mir also wahrscheinlich dass diese Zellen im Absterben begriffen waren und der Salpeter, welcher sich in der Vacuole vorfand, schon hinaus diffundirt war (vergl. p. 392).

*) Vergl. die Einleitung, p. 333.

Von besonderem Interesse würde es jetzt sein zu wissen, wie Chaetomorpha sich bei ähnlichen Versuchen verhalten würde. Wenn diese Pflanze, derer Protoplaste sich als sehr intrameabel erwiesen, sich ebensowenig extrameabel zeigt wie Spirogyra, so darf man gewiss diese Eigenschaft als eine allgemein gültige betrachten.

Aus schon oben genannten Ursachen muss ich aber auch diesen Versuch mit Chaetomorpha bis auf Weiterem verschieben.

Die Lösung in welche die Zellen nach dem Herausnehmen aus der Salpeterlösung gebracht wurden, war in dem obigen Versuche eine solche, dass sie mit der Salpeterlösung isotonisch war. Wenn nun aber die Zellen, nachdem sie in dieser verweilt haben, in eine weniger kräftig wasseranziehende Flüssigkeit gelangen, und z. B. in das ursprüngliche Medium, wird dann vielleicht der Protoplast sich merkbar extrameabel zeigen? Unter jenen Umständen ist natürlich die Turgorkraft der Versuchszellen höher wie jene frischer Zellen, da erstere neben den normalen Inhaltsstoffen des Zellsaftes, noch den in die Vacuole eingedrungene Salpeter enthalten. Wird dieser jetzt aus den Zellen austreten?

Zur Lösung dieser Frage habe ich, im Monate October d. J. zwei Versuche mit Spirogyra angestellt, das eine Mal mit Sp. crassa und Sp. communis, das zweite Mal mit letzterer allein, weil diese sich besser zu dem Zwecke eignete.

Im ersteren dieser beiden Versuche verweilten die Fäden 3, im zweiten $3^1/_2$ St. in 0.13 Aeq. KNO_3; dann wurden sie in ein grosses Volumen Dünenwasser übergetragen, und nachher von Zeit zu Zeit jedesmal eine Anzahl derselben mit Diphenylamin untersucht.

Sp. crassa ergab nun folgende Resultate:

Nachdem die Zellen 15′ im Wasser verweilt hatten zeigten 4 Fäden die folgenden Reactionen: 4—5, 5, 5, 5; die meisten derjenigen aber welche ein oder mehrere Tage später untersucht wurden veranlassten keine Reaction; zwischen diesen fanden sich aber hin und wieder einzelne vor, welche eine mehr oder weniger deutlich blaue

Verfärbung, 3—4, verursachten. Von jeden 60 bis 100 Zellen zeigten nur etwa 1 oder 2 diese Reaction.

Die Ursache dieses Verhaltens liegt in dem Umstande dass in den Zellen von genannter Alge schon durch schwache, nicht einmal plasmolysirend wirkende Lösungen öfters das äussere Protoplasma sofort getödtet wird, während die dann noch allein lebendige Vacuolenwand übrig bleibt. Früher oder später stirbt dann auch diese allmählich ab, während die gelösten Stoffe des Zellsaftes hinaus diffundiren, und somit der Salpeter aus der Zelle verschwindet.

Die Resultate welche Sp. communis in beiden Versuchen lieferte, waren hingegen vollkommen befriedigend weil, besonders in dem zweiten Versuche, keine Zelle starb. Jene Resultate sind in den beiden folgenden Tabellen zusammengestellt. Die Einrichtung dieser ist vollkommen die nämliche wie jener welche sich auf p. 395 findet, mit Ausnahme der ersten Spalte, da diese in der folgenden Tabelle Zahlen enthält welche nicht den absoluten Dauer des Aufenthalts im Wasser angeben, sondern zeigen wieviel Mal länger die Versuchszellen im Wasser verweilten wie in der Salpeterlösung. In dieser Weise sind die Resultate bequemer zu vergleichen mit denen der vorigen Tabelle, da bei diesem Versuche die Fäden 1 Tag in die Salpeterlösung verweilten, und die Zahlen, welche sich in der ersten Spalte finden, also zugleicher Zeit Verhältnisszahlen sind. Jedesmal wenn die Zellen geprüft wurden, kam drei Mal eine Gruppe von Fäden zur Untersuchung, so dass jede Gruppe wenigstens 2—300 Zellen, und öfters deren sehr viel mehr mag enthalten haben.

I.				II.			
Zeit in Wasser. ....× 3 St.	Reaction.			Zeit in Wasser. ....× 3½ St.	Reaction.		
	1er Faden.	2er Faden.	3er Faden.		1er Faden.	2er Faden.	3er Faden.
1/12 *)	4—5	5	5	2/7	3—4	3—4	3—4
64	3—4	3—4	4—5	7	3	3—4	3—4
78	3—4	3—4	3—4	14	3—4	3—4	3—4
88	3	4	3—4—5	21	2—3	2—3	2—3
96	3	3	3—4	27	2—3	2—3	2—3—4
103	2—3	3—4	3—4	34	0—1	0—1—2	0—1—2
112	2	2—3	3—4	42	0—1	1—2	2
119	0—1—2	2	2—3	49	0—1	0—1	0—1—2
128	2—3	2—3	2—3	55	0	0—1	0—1
136	0—1	0—1	1—2				
144	0—1	1—2	2				

In Bezug auf die Fäden welche benutzt wurden, hebe ich hervor dass jene welche zum zweiten Versuche dienten, im Dünenwasser alle völlig lebendig blieben, ihre schöne, hellgrüne Farbe behielten, und mehrere spiralig gebogenen Kolonien bildeten, welche jeden Tag eine andere Form zeigten. Ausserdem lehrte die Untersuchung dass die Fäden, welche alle anfangs auf einer Länge von etwa 3.5 cM. abgeschnitten waren, nach 7 Tagen erheblich gewachsen waren, da fünf derer aus einer der Spiralkolonien entnommen, dann eine Länge zeigten von resp. ungefähr: 9.5, 6.5, 6, 6 und 6 cM. Es hatte somit in jener Zeit erhebliches Wachsthum statt gefunden.

*) Bei diesem Versuche wurde, wie oben erwähnt, ausserhalb Sp. communis, auch Sp. crassa benutzt. Bei der ersten Untersuchung der Fäden, wurde nun nicht die erstere, sondern die letztere geprüft, und diese zeigte jene Reactionen (vergl. p. 397). Erstere Pflanze würde also wohl die nämliche Reaction ergeben haben, und daher sind die nämlichen Zahlen hier verzeichnet, zur Vergleichung für die weiteren.

Aus den Resultaten dieser beiden Versuchen geht nun, im Gegensatze zu dem des früher (p. 395) erwähnten, hervor dass die Intensität der Reaction, während des Verweilens der Zellen in der salpeterfreien Flüssigkeit, allmählich, obwohl sehr langsam abnahm. Im ersteren Versuche trat selbst nach einem 144 Mal längerem Verweilen im Wasser wie in der Salpeterlösung die Reaction noch auf.

Unter Hinweisung auf das oben (p. 394) Gesagte darf man aber aus jener langsamen Abnahme nicht schliessen dass die Protoplaste der Versuchszellen unter jenen Umständen extrameabel seien, und zwar weil die directen Messungen ein erhebliches Wachsthum der Fäden anzeigten.

Da nun der letztere Umstand allein schon die langsame Abnahme der Reactionsintensität völlig zu erklären vermag, ohne dass man die Extrameabilität zu Hülfe zu rufen braucht, darf man als höchst wahrscheinlich annehmen, zumal wenn man hiermit das Resultat vom ersteren Versuche (p. 395) vergleicht, dass die Intensität der Reaction ungeschwächt würde geblieben sein, wenn kein Wachtshum der Fäden statt gefunden hätte.

Dieser Schluss wird um so wahrscheinlicher, wenn man dabei die Ergebnisse beachtet von der Untersuchung des Dünenwassers in der die Fäden beim zweiten der beiden letzteren Versuche verweilten. Zwei Tage nachdem die Zellen aus dieser Flüssigkeit zum letzten Male untersucht waren, dampfte ich 1 CC. des Wassers auf einem Objectträger auf kleiner Oberfläche ein. Der, hier nur sehr geringe, Rückstand wurde dann mit der Diphenylaminlösung geprüft, jede Spur einer blauen Verfärbung blieb aber völlig aus. Als jedoch eine Quantität der Versuchstäden in etwa 2 CC. völlig salpeterfreiem destillirtem Wasser gekocht wurde, und die so erhaltene Lösung in obiger Weise auf einer kleinen Oberfläche eingedampft war, riefen die Krystallchen am Rande des Tropfens mit Diphenylamin eine deutliche Verfärbung hervor. In den Zellen kam also noch immer Salpeter vor, wiewohl in zu geringer Quantität um nach der früher stets angewandten Methode nachweisbar zu sein,

während diese Substanz im Wasser, in dem die Fäden beim Versuche verweilt hatten, fehlte.

Wenn man alle diese Umstände in Betrachtung zieht, darf man auch aus diesen beiden letzteren Versuchen auf das Fehlen einer merklichen Extrameabilität der normalen Protoplaste von Spirogyra communis selbst während längerer Versuchsdauer, schliessen.

Die Resultate beider Versuche zeigen ausserdem, bei Vergleichung unter sich, dass die Intensitätsabnahme der Reaction im zweiten Versuche viel erheblicher war wie im ersteren. Die Ursache dieses Unterschieds meine ich in dem Umstande suchen zu müssen dass die Fäden im ersteren Versuche ein nur geringes Wachtshum zeigten, und hierdurch musste das schwächer werden der Reaction im diesem erheblich langsamer stattfinden.

III. ABSCHNITT.

Intra- und Extrameabilität von Hautschicht und Vacuolenwand.

In den beiden vorigen Abschnitten sind die neuen Versuche besprochen welche zum Zwecke der Erforschung der Intra- und Extrameabilität der Protoplaste angestellt wurden; in diesem Abschnitt wünsche ich nun die bisher bekannten Erscheinungen an Pflanzenzellen zusammen zu fassen, und ausserdem einige neue Versuche mit isolirten Vacuolen zu beschreiben welche mit jenen Eigenschaften in Zusammenhang stehen.

Obwohl die ersteren nicht sehr zahlreich sind, so heben dennoch einige dieser in verschiedenen Hinsichten bemerkenswerthe Besonderheiten hervor rücksichtlich der Eigenschafte der Protoplaste einiger Zellen, so wie jener von einigen Organen eines nämlichen Protoplasten.

Nachdem schon ältere Untersuchungen gezeigt hatten dass

die äussere Schicht eines jeden Protoplasten eine grössere Dichtigkeit besitzt wie die angrenzenden Theile, und derselbe also von einer Hautschicht umkleidet ist, war man ganz allgemein der Meinung dass die Dichtigkeit des Protoplasma nach Innen zu fortwährend geringer wurde, und betrachtete man das Vorkommen von Vacuolen als der Beweis dass die Coherenz des Protoplasma in der Mitte so gering sei, dass das überschüssige Wasser sich dort zu Tropfen ansammeln konnte.

Nur PFEFFER *) sprach als seine Ueberzeugung aus dass auch die Vacuole durch ein »Hyaloplasmahäutchen" von dem Protoplasma abgegrenzt sei.

Die neueren Untersuchungen von DE VRIES †) haben indess experimentell bewiesen dass die Vacuole von einer eigenen Wand, Vacuolenwand oder Tonoplast, umkleidet ist, und dass man jene also nicht als an zufälligen Orten auftretenden Tropfen betrachten darf. Ausserdem zeigte DE VRIES dass die Vacuolenwand mit den übrigen Organen eines Protoplasten, wie Hautschicht, Kern, Amyloplast u. s. w. gleichwerthig ist, und dass sie, wie diese, einen ebenso bestimmten Ursprung §) hat, wie zu einer streng definirten Function angewiesen ist.

In der normalen Zelle ist der Protoplast also sowohl an der Aussen- wie an der Innenseite durch eine dichtere Schicht von der Umgebung abgegrenzt, und es sind die Eigenschaften dieser beiden Schichten, also der Hautschicht und der Vacuolenwand, welche die Permeabilität eines Protoplasten bedingen.

In diesem Abschnitte werde ich daher die vornehmsten der bekannten Erscheinungen besprechen, aus denen auf die Permeabilität genannter Schichten geschlossen werden kann.

---

*) *Pflanzenphysiologie*, 1880, I, p. 34.

†) Plasmolytische Studien über die Wand der Vacuolen, *Jahrb. für wiss. Bot*, 1885, Bd. XVI, p. 465.

§) Vergl. DE VRIES, l. c. p. 484, und WENT, *De jongste toestanden der vacuolen*, 1886. Einen Auszug letzterer Arbeit findet man in: *Archives Néerlandaises*, 1887.

An ersterer Stelle wünsche ich hier die Drüsen im Allgemeinen zu erwähnen, wähle aber aus diesen zur Besprechung die am meist bekannten, und vielleicht die am besten untersuchten, die Nectarien, wiewohl auch von diesen Organen mancher wichtiger Punkt noch kaum beleuchtet ist.

Jürgens *) welcher schon in 1873 die Nectarien (von Ranunculus und von Passiflora) anatomisch und physiologisch untersuchte, hebt hervor dass die kleinen, eiweissreichen Zellen, welche die Nectarien aufbauen, vor dem Anfange der Secretion mit feinkörniger Stärke dicht erfüllt sind, und dass diese Substanz während der Secretion allmählig verschwindet.

Während ausgebreiteter (bisher nicht publicirter) Untersuchungen über die Stoffwechselprocesse in Blüthen und Früchten, welche vor einigen Jahren vorgenommen wurden, untersuchte ich auch die Nectarien einiger Blüthen in physiologischer Hinsicht.

Meine Resultate ergaben, in vollkommener Uebereinstimmung mit Jürgens, dass die Nectarienzellen †) vor der Secretion mit feinkörniger Stärke erfüllt sind; Traubenzucker kam dann dort in ungefähr gleicher Menge vor wie in den Zellen des umliegenden Gewebes. Bei der Secretion stieg die Gehalt jener Zellen an Zucker aber sehr erheblich, während zugleicher Zeit die Stärkequantität merkbar abnahm. Auch im Honigsaft war Traubenzucker nach zu weisen; ob dort auch Rohrzucker sich vorfand blieb mir unbekannt.

Aus diesen Ergebnissen geht also hervor dass kurz bevor, und während der Secretion die Stärke im Protoplasma in Traubenzucker übergeht, und dass dieser dann hinausgeschafft wird. Dieser Austritt kann aber nur stattfinden, falls die Hautschicht der betreffenden Protoplaste um jene Zeit für Traubenzucker extrameabel ist. Umgekehrt beweist also die Secretion die Extrameabilität der Hautschicht für diese Substanz.

---

*) Referat in: *Bot. Zeitg.* 1873, Sp. 711 ff.

†) Untersucht wurden die becherförmigen Nectarien (Petalen) von Helleborus, und die Nectar absondernden Haare von Hibiscus.

In allen ähnlichen Fällen, wie z. B. die der Köpfchen der Drüsenhaare, und der secernirenden Zellen der Harz- und Gummigänge, in denen der secernirte Saft vom Protoplasten bereitet wird, bedingt die Secretion die Extrameabilität der Hautschicht für die in gelöster Form ausgeschiedenen Substanzen. Dieses braucht aber natürlich nicht der Fall zu sein für den Theil des Saftes welcher, wie die Versuche von WILSON *) zu beweisen scheinen, durch Metamorphose von einem Theile der Aussenwände der betreffenden Epidermiszellen gebildet wird.

Das nämliche gilt also auch für die Drüsenzellen der insectenverdauenden Pflanzen, und als Beispiel wähle ich hier die gestielten Drüsen von einem Drosera-blatte.

Solange diese Drüsen sich im ungereizten Zustande befinden, scheiden sie ein schleimiges Secret ab, welches wahrscheinlich aus dem Innern des Protoplasten her stammt; es muss die Hautschicht der ungereizten Zelle also für dieses extrameabel sein. Nach der Reizung wird die Secretion ausgiebiger, und treten im Secret neue Stoffe auf, eine Säure und ein peptonbildender Ferment. Erstere war zuvor im körnigen Protoplasma, oder auch vielleicht in der Vacuole vorhanden, während das Ferment höchst wahrscheinlich aus dem Protoplasma stammt.

In dem gereizten Zustande der Zelle muss also die Hautschicht ausserdem für jene beiden Substanzen extrameabel sein, während vielleicht auch die Vacuolenwand es für die Säure sein wird.

Während der Resorbtion der gelösten organischen Substanz, muss die Hautschicht hingegen intrameabel sein für jene Stoffe, da diese zuerst bis in das körnige Protoplasma angelangt sein müssen, bevor sie nach anderen Zellen hin transportirt werden können. Es liegt aber kein zwingender Grund vor anzunehmen dass auch die Vacuolenwände für jene Stoffe intrameabel sein sollten.

In Bezug auf die Extrameabilität der Vacuolenwand unter

---

*) Vergl. PFEFFER, *Physiologie*, I, p. 177.

bestimmten Umständen, können die Vorgänge der Aggregation, welche nach der Reizung in den Protoplasten der Drüsenstielzellen auftritt, uns wichtige Besonderheiten lehren.

Diese Erscheinung wurde zuerst von DARWIN beobachtet und beschrieben, doch ist sie erst durch die eingehenden Untersuchungen von DE VRIES *) genauer bekannt geworden. DE VRIES vertheilt den ganzen Vorgang in vier Stadien, welche aber nicht scharf getrennt sind, sondern allmählich in einander übergehen.

Im ersten Stadium findet starke Beschleunigung der Protoplasmaströmung und der Beweglichkeit der zahlreichen, durch Theilung aus der ursprünglich einzigen hervorgegangenen, Vacuolen statt, während die zweite Periode durch eine auffallende Verkleinerung dieser gekennzeichnet ist. Von grosser Wichtigkeit ist der Umstand dass die Turgescenz der Zellen, und somit die Steifheit des Drüsenstiels, währenddem keine Veränderung erfährt.

Wie DE VRIES bewies beruht die Volumverkleinerung der Vacuolen auf dem Ausstossen von einem Theile ihres Inhalts, welcher sich mit dem körnigen Protoplasma vermischt; dabei nimmt die Dicke der wandständigen Plasmaschicht ansehnlich zu. Dass die ausgestossene Flüssigkeit nicht reines Wasser ist, doch nahezu denselben isotonischen Werth bezitzt wie der ursprüngliche Zellsaft, wurde von DE VRIES bewiesen, und ausserdem gezeigt dass von den Substanzen welche im normalen Zellsafte vorkommen, in der ausgestossenen Flüssigkeit sich nicht vorfinden: der rothe Farbstoff, der Gerbstoff, und die Eiweisskörper. Es bleibt also nur übrig anzunehmen dass Zucker und die Säuren, welche sich auch im normalen Zellsafte vorfinden, eins von beiden oder beide mit dem Wasser ausgeschieden werden, da sonst der hohe Salpeterwerth jener Flüssigkeit unerklärbar sein würde. Es fehlte aber an Methoden, diese beide Substanzen auf zu suchen.

Bei jenen Vorgängen hat man daher mit dem merkwür-

---

*) Ueber die Aggregation im Protoplasma von Drosera rotundifolia, *Bot. Zeitg*, 1886, n°. 1—4.

digen Falle zu thun, dass die Vacuolenwand der Drüsenstielzellen von Drosera (und das nämliche gilt von anderen insectenverdauenden Pflanzen) durch bestimmte Reize extrameabel wird. Diese Extrameabilität ist aber nicht allgemein, da nicht alle Inhaltsstoffe austreten können, doch nur einige wenige. Wir sahen dass zu diesen die Pflanzensäuren und ihre Salze gehören, sowie auch Zucker, also diejenige Substanzen des Zellsaftes, welche die relativ kleineren Molecülen besitzen. Der Wasseraustritt wird durch die wasseranziehende Kraft jener ausgetretenen Stoffe veranlasst, und währt fort bis die Salpeterwerthe der ausgeschiedenen Flüssigkeit und des in der Vacuole übrig bleibenden Theiles gleich geworden sind.

Wenn man sich nun denkt dass die Vacuolenwand durch die Reizung nur in solchem Maasse extrameabel wird, dass die Molecüle jedes beliebigen Stoffes, welche eine gewisse Grösse nicht überschreiten, durchgelassen werden, also unabhängig von seiner Art oder Eigenschafte, so wird die Annahme einer specifischen Wirkung der Vacuolenwand auf jeder einzelnen der ausgeschiedenen, so wie der nicht ausgeschiedenen Stoffe, umgangen.

Wenn, nachdem die Reizung aufgehört hat, die Zellen allmählich wieder in ihren früheren Zustand zurückkehren, muss die Vacuolenwand für die vorher ausgeschiedenen Substanze, Säure und Zucker, intrameabel werden, damit sie wieder in den Zellsaft aufgenommen werden können.

Dieser Fall der Zellen von Drosera ist eigentlich der einzige, welcher bisher genügend untersucht wurde, und mit Wahrscheinlichkeit auf die sich dabei abspielenden Vorgänge schliessen lässt.

Bei den verschiedenen Processen welche während der Ernährung der Pflanzen vor sich gehen, muss zu wiederholten Malen Intra- und Extrameabilität von Hautschicht oder Vacuolenwand angenommen werden.

Als wahrscheinlichste Erklärung der bekannten Erscheinungen muss man annehmen, dass der Nahrungstransport innerhalb jeder Zelle von den Protoplasmaströmen einge-

leitet wird *), während der Uebertritt aus einer Zelle in die benachbarte durch Diffusion vor sich geht. Jedesmal wenn letztere statt finden soll, müssen die gelöst zu transportirenden Substanzen durch die Hautschicht der ersteren Zelle sich nach Aussen begeben, dann durch Diffusionsvorgänge die Dicke der Zellwand durchsetzen, um schliesslich durch die Hautschicht der zweiten Zelle in den strömenden Theil der Protoplasten zu gelangen. Zugleicher Zeit wird aber die, früher von der zweiten Zelle aufgenommen Substanz in ähnlicher Weise an einer dritten abgegeben, und nimmt ebenso die erstere von einer vorhergehenden neue Stoffe auf.

Man ist also genöthigt an zu nehmen dass bei dem Nahrungstransport die Hautschicht für die transportirtwerdenden Stoffe zugleicher Zeit sowohl extrameabel, wie auch intrameabel ist. An ersterer Stelle würde dieser Schluss auf Traubenzucker an zu wenden sein, weil vielleicht allgemein die stickstofffreien Nahrungsstoffe unter dieser Form innerhalb der Pflanzen transportirt werden. Aehnliches gilt für das Wasser welches, sammt den darin gelösten Stoffen, von den Wurzelhaaren aus dem Boden aufgesogen, und in die Pflanze hinein befördert wird, sowie ausserdem für alle anderen lebendigen Zellen, welche in directer Weise bei der Wasserbewegung betheiligt sind.

Am meisten erwähnenswerth ist aber die Nahrungsaufnahme zahlreicher junger Keimpflanzen aus dem Endosperm, um so mehr da die Gewebe beider nicht organisch verbunden sind. In allen diesen Fällen muss die Hautschicht der Zellen der Keimpflanze nicht nur intrameabel sein für anorganische Salze und Zucker, sondern ausserdem für die Eiweissstoffe, also für Substanzen mit relativ sehr grossen Molecülen. Aus den nämlichen Ursachen muss die Hautschicht der Endospermzellen extrameabel für jene Stoffe sein.

---

*) Vergl. DE VRIES, Ueber die Bedeutung der Circulation und der Rotation des Protoplasma für den Stofftransport in der Pflanze. *Bot. Zeitg.* 1885, n°. 1 und 2.

Wenn bei dem Nahrungstransport aller in der Zelle anlangender Traubenzucker weiter befördert, oder als Stärke deponirt wird, wie es z. B. der Fall ist in assimilirenden Blättern, so bleibt die Vacuolenwand bei diesen Vorgängen gänzlich aus dem Spiel. Wird hingegen ein Theil des Zuckers unverändert aufgespeichert, so sammelt dieser sich in der Vacuole an, und muss auch ihre Wand also zu diesem Zwecke intrameabel für Zucker sein. Dieses gilt z. B. für viele Parenchymzellen in wachsenden Stengeln und Wurzeln (vorzüglich in der Zuckerscheide *)), und ausserdem für die Zellen der Zwiebeln von Allium (für Traubenzucker), und für die der Zuckerrübe (für Rohrzucker), und zwar für beide letzteren Fälle am Ende der Vegetationsperiode des ersten Jahres, also bei der Füllung der Reservestoffbehälter. Wenn später die aufgespeicherten Substanzen wieder verbraucht werden, müssen die Vacuolenwände für jene extrameabel sein.

Obwohl wir also für die Hautschicht annehmen müssten, dass sie zu gleicher Zeit intra- und extrameabel ist für die Stoffe welche transportirt werden, so zwingen uns die bekannten Erscheinungen nicht dazu Aehnliches für die Vacuolenwand an zu nehmen, da hier die beiden Eigenschaften zeitlich gesondert sein können.

Beim Vergleiche der besprochenen Vorgänge des Stofftransports mit den Resultaten der im ersten und zweiten Abschnitte angeführten Versuche, soll man stets beachten, dass bei letzteren die Lösungen, in der die Erscheinungen der Intrameabilität beobachtet wurden, sehr viel concentrirter waren wie sie jemals beim Stofftransport vorkommen.

Etwas mehr meinen vorigen Versuchen ähnlich, hauptsächlich in Beziehung auf die Concentration der benutzten Lösung, sind jene, welche vor einigen Jahren von verschiedenen Forschern angestellt wurden zur Lösung der Frage, ob abgeschnittene, verdunkelte Blätter im Stande sind aus geeigneten Lösungen in ihren Chlorophyllkörnern Stärke zu

*) Vergl. DE VRIES, Wachsthumsgeschichte der Zuckerrübe. *Landwirthsch. Jahrb.* 1879, Bd. VIII, p. 445.

bilden. Die gelungenen Versuche mit Traubenzucker *), Rohrzucker, Levulose und Galactose †), Mannit, Dulcit und Glycerin §) beweisen dass unter den Versuchsbedingungen die Hautschichte der Zellen des Blattes für die benutzten Stoffe intrameabel gewesen sein müssen.

Bei seinen Culturversuchen mit Algen fand KLEBS **) dass Zygnema nicht im Stande ist im Dunkeln Zucker auf zu nehmen, und daraus Stärke zu bilden; durch weitere Versuche gelangte er aber zum Schlusse dass jenes wohl gelingt, wenn man den Zuckerlösungen 0.05—0.1 pCt. Eisenweinstein zusetzt; KLEBS meint nun dass letztere Substanz die Hautschichte der Protoplasten für Zucker intrameabel macht. Da auch DE VRIES ††) nachgewiesen hat dass gewisse Substanzen die Permeabilität eines Protoplasten verändern können, sodass Stoffe, welche vorher nicht in die Zelle eindrangen, während der Einwirkung jener Substanzen in den Zellsaft übertreten konnten, möchte ich mich vorläufig der Erklärungsweise von KLEBS anschliessen, bis die Erscheinung genauer untersucht worden ist.

Ein erheblicher Unterschied zwischen den Versuchen von KLEBS und denen von DE VRIES besteht aber darin, dass die des letzteren stets mit dem Tode der Zellen endigten, die Versuchslösung also dem Leben schädlich war, während die Zellen in den ersteren Versuchen während 6 Monate lebensfrisch blieben.

Es scheint mir hier auch die Stelle die vor etwa einem Jahre publicirten Versuchen von PFEFFER §§) zu erwähnen,

---

*) BÖHM, *Bot. Zeitg.* 1883. Sp. 33.

†) ARTHUR MEIJER, *Bot. Zeitg.* 1884, Sp. 437; ibid. 1886, Sp. 106, 110.

§) Derselbe, ibid. 1886, Sp. 131, für Glycerin auch LAURENT, ibid. 1886, Sp. 151. Diese Thatsache in Bezug auf Glycerin ist jetzt theoretisch um so wichtiger, als es vor kurzem FISCHER und TAFEL gelungen ist Glycose synthetisch aus Acrolein (dem Aldehyd von Glycerin) darzustellen (Vergl. *Ber. d. Chem. Ges.*, Berlin 1887; *Nature* 3 Nov. 1887).

**) *Ber. d. d. bot. Ges.* 1887, p. 186.

††) *Vacuolenwand*, p. 589 ff.

§§) *Bot. Zeitg.* 1886, Sp. 121; eine ausführlichere Abhandlung erschien in: *Untersuchungen aus dem bot. Institut zu Tübingen*, 1886, Bd. II, Heft 2.

in denen gezeigt wurde dass Protoplaste im Stande sind, unter geeigneten Bedingungen, Aethylenblau passiren zu lassen, und in der Vacuole auf zu speichern. Pfeffer gebrauchte Lösungen von 0.00001 pCt. Aethylenblau in destillirtem Wasser; da aber schon solche von einer Concentration von 0.001—0.002 pCt. bei längerer Einwirkung schädlich auf die Zellen einwirken, so ist es mir bis jetzt noch fraglich ob man die Fähigkeit, Aethylenblau passiren zu lassen, als eine Eigenschaft des normalen Protoplasten zu betrachten hat. Wie dem aber auch sei, ich meine dass die von Pfeffer beobachteten Vorgänge nicht in die nämliche Gruppe von Erscheinungen gehören, wie die Resultate meiner Versuche mit Salzlösungen. Bei diesen nämlich werden die Veränderungen in der Vacuole durch erlebliche Abänderungen in der Concentration des Mediums hervorgerufen, während eine solche Wirkung bei ersteren Versuchen völlig ausgeschlossen ist. Ich glaube daher dass die Resultate sowie die Erklärung der Versuche von Pfeffer die der Meinigen völlig unberührt lassen.

Bei der Besprechung der insectenverdauenden Pflanzen (p. 406) wurde hervorgehoben dass die Vacuolenwand, zufolge des Reizes, für gewisse Inhaltsstoffe extrameabel wird. Ein ähnliches Auftreten von Extrameabilität wird, wie mir scheint, auch bei anderen Reizerscheinungen veranlasst, zumal bei solchen bei denen die Reizauslösung schnell statt finden kann.

An ersterer Stelle seien hier die Bewegungen der Sinnpflanze, Mimosa pudica, besprochen; für die Staubfäden der Cynareen wird wahrscheinlich das nämliche gelten, da diese sich in fast allen essentiellen Hinsichten der Mimosa ähnlich verhalten.

Die Bewegungen welche die Blätter dieser Pflanze machen, nachdem sie durch irgend eine Ursache gereizt worden sind, gehen in den Blattpolstern vor sich, und werden, wie schon nach den Untersuchungen Brücke's bekannt ist, durch Turgorabnahme, und entsprechende Verkürzung der Unterseite des Polsters, hervorgerufen.

Bisher wurde stets angenommen dass die Turgorabnahme

durch plötzlichen Wasserverlust der reizbaren Zellen hervorgerufen werde, weil die Reizung eine Injection der Intercellularen im untern Theile des Blattpolsters zu Folge hat, welche Injection sich von da aus weiter in die Blattstielen und in die benachbarten Stengeltheilen verbreitet.

Die Meinung dass die Turgorabnahme auf dem Auspressen reinen Wassers aus der Zelle beruht, kommt mir aber sehr unwahrscheinlich vor, hauptsächlich weil man durch diese genöthigt wird an zu nehmen dass die Vacuolenwand im Stande sei, den Zellsaft plötzlich in zwei Theile zu sondern, und zwar in reines Wasser und in eine concentrirtere Flüssigkeit. Eine solche Trennung lässt sich bekanntlich von uns nicht herstellen *) und musste, wenn sie von der Vacuolenwand zu Stande gebracht würde, ohne Zweifel dort mit complicirten Vorgängen verbunden sein. Diese machen zumal die Möglichkeit einer plötzlichen Scheidung sehr unwahrscheinlich, um so mehr da beide Theile nach der Spaltung eine grosse Anziehungskraft auf einander ausüben.

Wenn jene Hyppothese aber im Stande wäre die Erscheinungen genügend zu erklären, und wenn es keine bessere gäbe, so wäre es dennoch erlaubt jene vorläufig an zu nehmen. Jenes scheint mir aber nicht der Fall zu sein, besonders weil ich meine dass jene Hypothese nicht zur völligen Erklärung der Erscheinungen ausreicht. Wenn nämlich die gereizten Zellen Wasser verloren haben, muss der restirende Theil des Zellsaftes stärker wasseranziehend wirken wie zuvor, und also auch wie die Zellen von der Oberseite des Blattpolsters, weil vorher zwischen beiden Seiten ein Gleichgewicht bestand. Das ausgestossene Wasser muss somit nachher wieder aufgenommen werden von jenen

*) Um aus einer Lösung eine höher concentrirte zu gewinnen, besitzen wir nur zwei Mittel, erstens Abdampfen und zweitens Gefrieren lassen; in beiden Fällen wird aber die Flüssigkeit nicht in zwei flüssigen Theilen gesondert, sondern der eine Theil ist dabei entweder Wasserdampf oder Eis. Zu einer Abtrennung von flüssigen Wasser reichen unsere Mittel also bis jetzt nicht aus.

Zellen, welche es am stärksten anziehen, also von den Zellen der Unterseite. Auf die plötzliche Senkung des Blatte würde dann alsbald eine schnelle Hebung folgen müssen, bis das Blatt seine ursprüngliche Stellung wieder eingenommen hat. Letzteres ist aber nicht den Erfahrungen gemäss. Dass die Hebung des Blattes factisch erst nach einiger Zeit, und nur sehr langsam erfolgt, würde dann nur durch Annahme einer zweiten Hypothese erklärt werden können, z. B. durch diese, dass der Protoplast sogleich nach der Reizung seine Intrameabilität für reines Wasser verliert, und diese Eigenschaft erst nach einiger Zeit allmählich wieder erlangt.

Viel einfacher lassen sich die Erscheinungen aber erklären, wenn man annimmt dass der ganze Protoplast von jeder der reizbaren Zellen durch die Reizung extrameabel wird für einige, oder auch für alle Stoffe welche sich gelöst im Zellsafte vorfinden, ähnlich also wie sich die Vacuolenwand der Drüsenstielzellen von Drosera in der zweiten Periode der Aggregation verhält (vergl. p. 406). Ist jenes der Fall, so wird die Spannung der elastisch gedehnten Zellwänden von den gereizten Zellen der Unterseite des Polsters, unter Mitwirkung der Turgorkraft jener der Oberseite, einen Theil des Zellsaftes, also aus Wasser und einigen gelösten Stoffen bestehend, hinauspressen in die Intercellularen, von denen es sich in den Blattstiel und in den Stengel verbreiten kann. Die ausgestossene Flüssigkeit muss die nämliche wasseranziehende Kraft besitzen wie der Zellsaft der gereizten Zellen vor und nach der Reizung, weil beim Austreten der Inhaltsstoffe so viel Wasser mitgeht, dass beiden Lösungen einen nämlichen Salpeterwerth zukommt. Daher wird jene augestossene Lösung viel langsamer aufgesogen werden, wie dieses mit reinem Wasser der Fall sein würde. Dadurch würde also die langsame Hebung des Blattes nach der Reizung völlig erklärt werden.

Die Extrameabilität der gereizten Protoplaste braucht nur so lange zu währen bis die volle Reizbewegung stattgefunden hat; unmittelbar nachher kann die Extrameabilität wieder verschwinden, und der normale Zustand des Protoplasten

sich plötzlich, oder auch allmählich wieder herstellen. Durch obige Annahme wird also eine sehr einfache Erklärung der Ursachen der Bewegungen möglich gemacht.

Um die Wahrscheinlichkeit dieser zu prüfen, habe ich einige vorläufige Versuche mit Mimosa angestellt, deren Resultate völlig meinen Erwartungen entsprachen. Diese Versuche stützten sich auf folgenden Erwägungen.

Wenn man ein Blatt von Mimosa gerade über dem Polster mit einem scharfen Messer abschneidet, und dann das Polster reizt, so krümmt sich dieses mit der Oberseite convex, und lässt dabei einen grossen Tropfen an der Schnittfläche austreten. Ist nun die von den gereizten Zellen ausgestossene Flüssigkeit reines Wasser, so wird sich dieses im Tropfen vorfinden, doch vermischt mit dem Zellsafte der durchschnittenen Zellen des Blattstiels. Da jene ausgewachsen sind, und nur noch eine geringe Quantität Säure enthalten, wird der Tropfen dann keine, oder eine nur sehr schwach saure Reaction zeigen können. Wird aber nicht reines Wasser sondern ein Theil des Zellsaftes ausgestossen, so wird diese eine grosse Menge der in den reizbaren Zellen vorkommenden Säuren enthalten, und muss die Reaction des Tropfens eine erheblich stärkere sein. Umgekehrt, wenn der Tropfen eine stark saure Reaction zeigt, kann diese nicht erklärt werden aus dem Vermischen des ausgestossenen Wassers mit dem Zellsafte der durchschnittenen Zellen des Blattstiels, und muss man also annehmen dass mit dem Wasser auch Säuren, und also im allgemeinen, Inhaltsstoffe der Zellen ausgestossen wurden.

Als nun bei einem solchen Versuche ein Blatt in der oben angegebenen Weise vorsichtig abgeschnitten war, wurde das Polster dabei nicht gereizt. Sogleich nachher fand die Reizung aber durch Berührung seiner Unterseite statt, und unmittelbar nachdem trat ein grosser Tropfen hervor. Dieser schien etwas weniger flüssig wie Wasser, hatte eine sehr schwach gelbe Farbe, und schmeckte etwas bitter und sauer. Auf blauem Lackmusspapier rief dieser einen sehr deutlichen, rothen Flecken hervor; das Reagenzpapier kam dabei nicht mit der Schnittfläche in Berührung.

Eine Wiederholung des Versuchs ergab ein vollkommen ähnliches Resultat.

Als nachher das nämliche Blattpolster durchgeschnitten wurde, zeigte die Schnittfläche sich nicht einmal feucht; auf einem angepressten Lackmusspapier erzeugte sie einen äusserst schwach rothen Flecken.

Aus diesen Versuchen meine ich schliessen zu dürfen dass der ausgestossene Tropfen einen viel grösseren Gehalt an Säuren zeigte, als durch den Inhalt der durchschnittenen Zellen erzeugt werden könnte. Es scheint mir somit nichts übrig zu bleiben als an zu nehmen dass jener Tropfen selber schon Säuren enthielt, welche letztere dann natürlich nur aus den gereizten Zellen stammen könnten. War der Protoplast nicht extrameabel für alle Inhaltsstoffe, sondern, wie die Vacuolenwand bei Drosera, nur für einzelne, so müssen zu diesen sehr wahrscheinlich die Säuren gehören, also die Substanzen mit den relativ kleineren Molecülen. In diesem Falle würde es selbst möglich sein dass die ausgestossene Flüssigkeit relativ mehr Säuren enthielt wie der ursprüngliche, und auch wie der zurückbleibende Theil des Zellsaftes. Jedenfalls ist aber die Concentration der Lösungen welche ausgestossen, oder aufgenommen werden, kaum geringer wie in meinen Versuchen im I Abschnitt.

Obwohl diese beiden Versuche die Richtigkeit meiner Erklärung nicht endgültig beweisen, so verleihen sie ihr doch eine grosse Wahrscheinlichkeit.

Pfeffer *) hatte schon früher eine derartige Erklärungsweise abgewiesen, und stützte sich dabei auf einem seiner Versuche mit den Staubfäden der Cynareen. Pfeffer beobachtete nämlich dass diese Organe, nachdem ihre Intercellularen mit Wasser injicirt worden waren, fünfmal hinter einander gereizt werden konnten, und dass sie nach jeder Reizung stets ihre ursprüngliche Länge wieder erlangten. Dieses Resultat würde man, meint er, nicht erklären können, wenn bei der Reizung, mit dem Wasser ausserdem bedeutungsvolle osmotische Stoffe aus der Zelle

*) *Pflanzenphysiologie*, II, p. 241.

traten. Hierzu möchte ich aber folgende Bedenken hervorheben.

Erstens sind die ausgestossenen Substanzen gar nicht für die Zellen verloren, da die Flüssigkeit beim Heraustreten das Injectionswasser vor sich hin schiebt, so dass, wenn die Staubfäden sich erholen, die Zellen die ausgestossene Flüssigkeit zuerst aufnehmen; sie bekommen also grösstentheils die zuerst entfernten Stoffe wieder. Zweitens aber sind die Zellen im Stande, während sie langsam in ihren früheren Zustand zurückkehren, neue osmotische Stoffe zu produciren, und also den Verlust, den sie erlitten haben können, wieder zu ersetzen, bevor sie sich völlig hergestellt haben; oder, besser gesagt, sie haben sich erst dann wieder hergestellt, und also ihre ursprüngliche Länge wieder angenommen, wenn der Verlust völlig ersetzt worden ist.

Wenn man diese beiden Umstände beachtet so erhellt dass der Versuch PFEFFER's nicht gegen unsere Erklärung spricht.

Es will mir scheinen als wenn ähnliche Vorgänge wie bei Mimosa auch bei der Reizung von Ranken auftreten können. Neue Versuche sind aber nothwendig um Gewissheit darüber zu erlangen.

Mehrere Beispiele von bekannten Erscheinungen im Leben der Pflanzen, welche auf die Permeabilität normaler Protoplaste schliessen lassen, wünsche ich hier nicht zu besprechen.

Weiterhin werde ich in diesem Abschnitte solche Versuche anführen, welche auf die Permeabilität isolirter Vacuolen Beziehung haben, und sich also an die Untersuchungen von DE VRIES *) über diesen Gegenstand anschliessen. Im Voraus möchte ich erwähnen dass sie mit diesen in vollster Uebereinstimmung sind.

Gelegentlich der Versuche mit Spirogyra welche im ersten Abschnitte zur Besprechung (p. 369) gelangten, wurden wiederholt in den Versuchsfäden Zellen beobachtet,

*) *Vacuolenwand*, p. 540 ff.

welche in so weit von den normalen abwichen, dass in ihnen das äussere Protoplasma gestorben war, und die Vacuolenwand also als einzig lebendiger Theil des Protoplasten ubrig geblieben war.

Ich werde hier zuerst die erhaltenen Resultate anführen, und diese nachher durch einige Beispiele erläutern. Wo nicht anderes erwähnt wird, ist stets Spirogyra nitida gemeint.

Es wurde also beobachtet:

1°. Die Vacuolen, von der Vacuolenwand umgeben, können sich, sofort nach dem Tode des äusseren Protoplasma, in plasmolysirenden Lösungen ausdehnen, besonders bei gelinder Erwärmung, gerade wie es bei den normalen Protoplasten beobachtet wurde (p. 366 ff.).

2°. Das äussere Protoplasma wirkt als Widerstand der Ausdehnung der Vacuole entgegen; und

3°. Die freien Vacuolen verlieren bald nach dem Isoliren die Fähigkeit sich zu vergrössern; die Ursache dieses liegt erstens in der eintretenden Starrheit der Membran, doch ausserdem im Auftreten der Extrameabilität.

Die erste Erscheinung welche mich auf die Ausdehnung isolirter Vacuolen aufmerksam machte, beobachtete ich an Zellen welche während $^1/_2$ Stunde in 0.20 Mol. Na Cl verweilt hatten. Die meisten der völlig lebendigen Zellen waren deutlich plasmolysirt, obwohl nur schwach. Einzelne zeigten sich aber turgescent da ihre Querwände nach Aussen gebogen waren; eine nähere Untersuchung lehrte nun dass gerade in diesen das äussere Protoplasma gestorben, und nur noch die Vacuolenwände lebendig waren (Fig. 11). Als die Zellen durch Erwärmung getödtet wurden, verschwand die Turgescenz der letzteren sofort, und wurden die Querwände daher wieder flach.

Aus dieser Beobachtung ging also hervor dass auch die isolirten Vacuolen im Stande sind sich auszudehnen, wegen ihrer Intrameabilität, doch ausserdem lehrte jene dass sie auch noch im Stande sind Spannungen zu ertragen, und dass sie somit nach der Isolirung für die Substanzen des Zellsaftes nicht sogleich extrameabel

sind *). Aehnliche Beobachtungen wurden zu wiederholten Malen gemacht bei der Cultur in schwach plasmolysirenden Lösungen, da in diesen stets das äussere Protoplasma von mehreren Zellen starb, und die isolirten Vacuolen, zunächst lebendig, zurück liessen.

Am lehrreichsten sind aber diejenige Veränderungen welche in normal plasmolysirten Zellen auftreten wenn diese, in früher (p. 366) angegebener Weise, während der Beobachtung unterm Mikroskope gelinde erwärmt werden. Die zahlreichen Zellen welche in dieser Weise untersucht wurden, verhielten sich alle der Hauptsache nach ähnlich, obwohl die Formänderungen der Protoplaste dabei äusserst verschieden waren.

Wenn Zellen in einer plasmolysirenden Lösung gelinde erwärmt werden, können sich die Protoplaste bis zum völligen Verschwinden der Plasmolyse ausdehnen (vergl. p. 367 ff.); diese Fälle bilden jedoch die Ausnahmen, da meistens das äussere Protoplasma dabei abstirbt, und nur noch die Vacuolenwand lebendig bleibt. Die Ursache jenes Sterbens liegt in dem Umstande dass die äusseren Schichten der Protoplaste nur selten im Stande sind dem Ausdehnungsstreben der Vacuolen nach zu geben, und dieses gelingt nur wenn die Plasmolyse nicht kräftig, oder erst vor kurzer Zeit eingetreten war. Gibt aber das äussere Protoplasma nicht nach, so bekommt es an der schwächsten Stelle, und zwar entweder am einen Ende der Zelle, oder zwischen zwei Chlorophyllbändern, einen Riss durch welchen die sich weiter ausdehnende Vacuole zum Theile hervortritt. Der todte Rest des Protoplasten wird dann allmählich auf die Seite geschoben während die Vacuole sich ab zu runden sucht.

Stets wurde beobachtet dass die Ausdehnung erheblich schneller stattfand wenn nur noch die einzelne Vacuolenwand, als wenn der ganze Protoplast lebendig war, und auch daraus darf man also schliessen dass die Ausdehnung

*) Vergl. auch DE VRIES, l. c.

von der Vacuole ausgeht und das äussere Plasma dabei Widerstand leistet.

Als Beispiel der Formänderungen welche sich bei der Ausdehnung der Vacuolen abspielen können, werde ich diese in einem Falle näher beschreiben.

Einige Fäden von Spirogyra wurden in einer Probirröhre mit 10 CC. einer Lösung von 0.25 Aeq. KNO_3 gebracht, derer Temperatur während des Versuchs auf 25° C. gehalten wurde. Eine halbe Stunde nach dem Einlegen wurde ein Faden herausgenommen und untersucht; alle Zellen zeigten normale Plasmolyse, doch dabei hatte sich der Protoplast fast stets in zwei Theilen gesondert, welche in beiden, bald näher zu besprechenden Zellen, untereinander noch durch einen äusserst zarten Protoplasmafaden verbunden waren. Durch diesen waren beide Theile an den einander zugekehrten Seiten ein weinig zugespitzt, und dort auch waren die Chlorophyllbänder von jedem Theile mit einander verbunden. Die beiden Kugeln zusammen erfüllten etwas mehr wie die Hälfte des Zelllumens (Fig. 12, I Stadium). Als nun die Zelle gelinde erwärmt wurde, näherten sich die Spitzen der beiden Protoplasmahälften ein wenig, doch entfernten sich wieder von einander, sobald die Erwärmung aufhörte. Der verbindende Plasmastrang wurde dabei in einigen Fällen gebogen; die Näherung ging also nicht von diesem aus. Jenes Spiel wiederholte sich einige Male bis der Strang zerbrach, und die beiden Theilstücke allmählich in das lebende Protoplasma aufgenommen wurden. Dann aber entstand im äusseren Protoplasma jeder der beiden Hälften des Protoplasten einen Riss, durch den sich die Vacuole bei ihrer weiterer Ausdehnung vorwölbte, diese nahmen dabei nach einander die Formen an, welche in der Figur durch die punktirten Linien, welche mit II und III bezeichnet sind, angegeben werden. Dann aber schritt die Ausdehnung noch weiter fort, und als beide Vacuolen einander berührten, platteten sie sich gegenseitig ab. Nachdem dieses geschehen war, breiteten sie sich auch nach den anderen Seiten aus, bis sie die entsprechenden Querwänden erreichten (Fig. 13). An der Form einer der beiden Vacuolen

sieht man deutlich wie die Chlorophyllbänder bei der Ausdehnung einen Widerstand leisten da der Vereinigungsstelle dieser eine sehr deutliche Einschnürung der Vacuole entspricht. Bei der zweiten Vacuole war dieses nicht der Fall, weil diese die Chlorophyllbänder sammt dem übrigen todten Theile des Protoplasten völlig auf die Seite geschoben hatte. Diese Formänderungen spielten sich innerhalb 5′ ab.

Bisweilen geschieht es dass, wenn zwei Vacuolen aus einer nämlichen Zelle einander berühren, und sich gegenseitig abplatten (wie in Fig. 13), beide zusammenschmelzen, und dann kann jede Spur der früher doppelten Wand zwischen beiden völlig verschwinden, so dass es aussieht als wenn in der Zelle stets nur eine einzige Vacuole vorhanden gewesen wäre. In einem solchen Falle hatten sich die Querwande $^1/_2$ Minute später nach Aussen gebogen, und war die Zelle also turgescent geworden.

In einem zweiten Versuche wurden frische Fäden auf den Objecträger in einen grossen Tropfen 0.30 Aeq. KNO_3 gelegt, und mit einem Deckglase bedeckt, welches dabei auf drei Papierstückchen ruhte. Nach $3^1/_2$′ waren die Zellen schon sehr deutlich plasmolysirt, und fing der Protoplast an sich auch von den Längswänden ab zu heben; $^1/_2$′ später wurde mit der gelinden Erwärmung angefangen, derzufolge das äussere Protoplasma $^1/_4$′ später starb. Die Vacuolenwand blieb aber lebendig, und die Vacuole nahm weiterhin stets an Volum zu. Als die Erwärmung 4′ gewährt hatte, war die Plasmolyse fast völlig verschwunden, nur in den Ecken hatte sich die Vacuole noch nicht an die Zellwand angelegt. In anderen Zellen des nämlichen Fadens hatte vollkommen Aehnliches stattgefunden.

Einige Zellen aus dem Parenchym eines jungen Blattes von Stratiotes aloïdes, welche $18^1/_2$ Stunde in 0.20 Aeq. KNO_3 verweilt hatten, zeigten die Ausdehnung der isolirten Vacuolen in der nämlichen Weise wie oben.

Die Ausdehnung, welche die Vacuolen bei Erwärmung zeigen können, tritt aber nur dann auf, wenn die Isolirung vom äusseren Plasma erst vor wenigen Minuten statt gefunden hat, da sogleich nach dem Tode dieser Schichten,

die Vacuolenwand allmählich zu veränderen anfängt*). Diese Veränderung äussert sich erstens in einem starrer werden, und ausserdem in dem allmählichen Auftreten von Extrameabilität. Die nachträgliche Ausdehnung ist ein ausgezeichnetes Mittel die Starrheit der Wände zu beurtheilen, da jene um so träger vor sich geht, je mehr die Wand ihre ursprünglichen plastischen Eigenschaften eingebüsst hat. Dieses stimmt nun völlig mit meinen Erfahrungen überein; als Beispiel erwähne ich folgendes.

Ein Faden welcher 10' in 0.30 Aeq. KNO_3 verweilt hatte, wurde auf den Objecträger gebracht. In zwei der Zellen, welche genauer untersucht wurden, starben die äusseren Schichten der Protoplaste, aber in der ersten fand dieses 5' früher statt wie in der zweiten. Als nun, 5' nachdem das Protoplasma in der letzten der beiden Zellen gestorben war, mit der Erwärmung angefangen wurde, dehnten sich beide Vacuolen aus, doch die der zweiten Zelle, welche erst 5' isolirt war, ungefähr anderthalb Mal schneller wie jene der ersteren, welche schon 10' vom äusseren Protoplasma befreit war.

Ein sicheres, aber indirectes Kennzeichen für die eingetretene Veränderung der Vacuolenwände liegt in dem Auftreten eines Niederschlags in der Vacuole; dieses ist zuerst sehr fein, doch wird später grobkörnig und verhält sich also gerade wie der von DARWIN beschriebenen zusammenballenden Niederschlag von Eiweiss †), und mag wohl auch das nämliche sein.

Diesen Niederschlag sah ich meistens 10' bis 20' nach dem Isoliren auftreten; es kann vorkommen dass er in zwei isolirten Vacuolen einer nämlichen Zelle nicht zugleicher Zeit auftritt, so dass die eine schon einen deutlichen Niederschlag besitzt, während der Inhalt der zweiten noch vollkommen klar ist.

Sobald der Niederschlag aufgetreten ist, kann man über-

---

*) Vergl. DE VRIES, *Vacuolenwand*, p. 553 ff.

†) Vergl. DARWIN, *Insectivorous plants*, p 38 ff, und DE VRIES, Aggregation im Protoplasma von Drosera, *Bot. Zeitg.* 1886, Sp. 42.

zeugt sein dass die Ausdehnnng, welche durch gelinde Erwärmung hervorgerufen wird, eine nur ganz geringe sein wird, während auch dann die Verschmelzung zweier Vacuolen nicht mehr schnell statt findet; stets bleibt dann an der Innenseite eine Spur der ursprünglichen Scheidewände über.

Mit dem Sichtbarwerden des körnigen Inhalts ist aber der völlige Tod der Vacuolenwand noch nicht angezeigt. Am deutlichsten geht dieses aus dem Umstande hervor dass selbst Zellen, welche eine solche Vacuole besitzen, noch Turgescenz zeigen können, in so weit sich dieser namentlich aus dem nach Aussen gebogen sein der Querwände schliessen lässt. Selbst dann ist die Vacuolenwand also noch nicht völlig extrameabel geworden, da die Elasticität der gedehnten Zellwand noch nicht im Stande ist die Inhaltsstoffe hinaus zu pressen. Erst wenn man die Vacuolenwand durch Erwärmung völlig tödtet, werden die Querwände wieder flach, so dass jene erst dann völlig extrameabel geworden sind.

Auch in anderer Weise gelang es mir zu zeigen dass sogleich nach dem Isoliren die Vacuolen nicht extrameabel sind, selbst nicht für ein schnell diffundirendes Salz wie Salpeter. Zum Beweise werde ich hier die Resultate einiger Versuche anführen, in denen Zellen die Gelegenheit geboten wurde Salpeter auf zu nehmen; diese wurden dann in gewöhnlicher Weise (vergl. p. 348) in eine andere Salzlösung abgewaschen, und nachher mit Diphenylamin untersucht. Bei jenen Versuchen wurden stets hoch concentrirte Lösungen angewandt, da in diesen das Sterben vom äusseren Protoplasma ohne Einwirkung von Wärme hervorgerufen wird *). Die Resultate dreier Versuche sind in der folgenden Tabelle verzeichnet. Die drei ersten Spalten enthalten (wie früher p. 353) die Angaben betreffend der Concentration der Lösungen, und der Zeit während welcher die Zellen in dieser verweilten. Die zweite Lösung war bei den Versuchen mit 1.0 und 0.17 Aeq. eine isotonische Na Cl-lösung, doch in denen mit 0.5 Aeq. eine Lösung von 0.5 Mol. K_2SO_4. Die vierte Spalte gibt die Art der beobachteten Plasmolyse an;

*) Vergl. DE VRIES, *Vacuolenwand*, p. 473 ff.

es bedeutet dort: *N*, dass die Plasmolyse der Zellen völlig normal, der ganze Protoplast also lebendig war, und *A*, dass das äussere Protoplasma gestorben, und nur noch die Vacuolenwand als einzig lebendiger Theil übrig blieb. Nur selten war das äussere Plasma sogleich bei der Einwirkung der Salzlösung gestorben, und hatte es also seine ursprüngliche Lage behalten, denn meistens hatte jenes sich ein wenig von der Wand zurückgezogen. In der fünften Spalte findet man die Intensität der beobachteten Reaction mit Diphenylamin angegeben, mit den Zahlen welche schon vorher dazu gebraucht wurden; es bedeutet also: 0 das Fehlen der Reaction, 3 deutlich, und 4 dunkel blaue Verfärbung.

Concentr. der KNO_3-lös.	Dauer des Aufenthalts in:		Beobachtete Plasmolyse.	Reaction.
	KNO_3	2e Lös.		
1.0 Aeq.	30′	15′	3 *N*, sonst *A*	4 (fast alle)
	38′	17′	alle *A*	3 (" ")
	42′	23′	alle *A*	0
	70′	15′	alle *A*	0
0.5 "	5′	10′	*A* und *N*	*A*: 3 ; *N*: 4
	11′	15′	fast alle *A*	0
	15′	15′	alle *A*	3
	23′	15′	fast alle *N*	*A* und *N*: 3
	40′	15′	alle *A*	0
0.17 "	135′	65′	alle *A*	einzelne: 1; sonst 0
	135′	65′	wenige *N*, sonst *A*	*A*: 0; *N*: 4

In den erwähnten Versuchen war die Vacuolenwand also während ungefähr 30′—45′ nach dem Eindringen der plasmolysirenden Lösung nicht extrameabel für den aufgenommenen Salpeter, da dieses Salz beim Verweilen in der

2^{en} Lösung während 15′ nicht aus der Vacuole entfernt wurde.

Ausserdem geht aus obigen Versuchen hervor dass man mit Wahrscheinlichkeit die Vacuolenwand als dasjenige Organ des Protoplasten zu betrachten hat, welches die Intrameabilität regulirt, und die Ursache vom Fehlen der Extrameabilität ist, und dass somit der Name »Tonoplast", welche DE VRIES*) ihr gab, völlig dem Sachverhalten entspricht.

IV. ABSCHNITT.

URSACHE DER INTRAMEABILITÄT DER PROTOPLASTE.

Die Versuche welche im II Abschnitte besprochen wurden, zeigten dass die Protoplaste, selbst bei erheblicher Versuchsdauer, den zuvor aufgenommenen Salpeter nicht in merklichem Grade aus der Vacuole in die umgebende Lösung austreten lassen; jene verhielten sich hier also vollkommen ähnlich wie derjenigen Substanzen gegenüber, welche sich normal im Zellsafte vorfinden (vergl. p. 332 ff.).

Die am Ende des vorigen Abschnittes erwähnten Versuche ergaben ferner, wie es auch schon die Versuche von DE VRIES gezeigt hatten, dass selbst die vom todten äusseren Protoplasma isolirten Vacuolen anfänglich das nämliche Verhalten zeigten.

Ein weiterer Beweis für den Satz dass der Protoplast, oder wahrscheinlich vielmehr nur die Vacuolenwand allein, activ das Austreten des Salpeters hindert, braucht also wohl nicht beigebracht zu werden.

Wie verhält sich aber der Protoplast der Intrameabilität gegenüber? Ist jener auch bei dem Uebergang von Substanzen in die Vacuole hinein activ betheiligt, oder wird dieser durch andere, rein mechanische Ursachen veranlasst?

---

*) *Vacuolenwand*, p. 469.

Diese Frage ist für die Intrameabilität weit schwieriger zu entscheiden, wie sie es für die Extrameabilität war. Die Ursache dessen liegt in dem Umstande dass, wenn der Protoplast bei der Extrameabilität inactiv wäre, dieses gerade den entgegengesetzten Erfolg haben würde, als wenn er activ sich verhielt, weil der inactive Protoplast einen Ausgleich der Concentratione der verschiedenen Substanzen zwischen dem Zellsafte und der äusseren Lösung nicht verhindern kann. Das Salz aber, welches durch die Intrameabilität in die Zelle eingedrungen ist, kann sowohl mittelst des activen Protoplasten hineingelangt sein, wie als Folge der ungleichen Zusammensetzung der Lösungen innerhalb und ausserhalb der Zelle.

Zur Entscheidung der Frage sind also solche Versuche nothwendig, derer Resultate sich entweder nur durch die Annahme einer activen Wirkung, oder nur durch mechanische Kräfte, und also unabhängig vom lebenden Protoplasma, erklären lässen

Solche entscheidende Resultate habe ich bisher aber nicht erhalten, doch haben eine Anzahl Beobachtungen während Versuchen mit Chaetomorpha mir gelehrt dass wahrscheinlich bei der Intrameabilität die Concentrationsdifferenze eine wichtige Rolle spielen. Es wurde nämlich beobachtet, erstens dass die eingetretene Plasmolyse schneller rückgängig wird wenn das benutzte Salz in destillirtem Wasser, wie wenn es in Meereswasser gelöst war, obwohl die beiden Lösungen isotonisch waren (unter der Annahme dass die bekannten isotonischen Coëfficiënten für willkürlich hoch concentrirte Lösungen gelten, und zweitens dass bei Anwendung von isotonischen Lösungen von Kalisalpeter und von Kochsalz in destillirtem Wasser, die Plasmolyse in der ersteren schneller verschwand wie in letzterer.

Beide Resultate lassen sich vollkommen erklären aus den Unterschieden in den Concentrationsdifferenzen, wie dieses aus dem Folgenden hervorgeht.

Bei Anwendung von Meereswasser als Lösungsmittel mit z. B. 0.25 Aeq. KNO_3, beträgt die Concentrationsdifferenz des Salpeters zwischen Zellsaft und äussere Lösung auch 0.25 Aeq. KNO_3, doch wenn man eine (isotonische) Lösung von

0.85 Aeq. KNO_3 in destillirtem Wasser benutzt, so ist die Differenz ebenso 0.85 Aeq. KNO_3, und also mehr wie drei Mal grösser wie erstere. Dementsprechend zeigte es sich dass die Plasmolyse der Versuchszellen in 0.25 Aeq. KNO_3 in Meereswasser nach $1^1/_2$ Stunde sehr geschwächt, aber immerhin noch überall sichtbar war, während Zellen welche in 0.89 Aeq. KNO_3 in destillirtem Wasser (welche Lösung also um 0.04 Aeq. höher concentrirt war wie die Vorige) gebracht, und nach 10' untersucht waren, schon meistens ihre Plasmolyse völlig verloren hatten.

Wenn NaCl als Versuchssalz benutzt wird, muss natürlich das nämliche gelten; wählt man wieder eine Lösung von 0.85 Mol. NaCl in destillirtem Wasser, so ist die Concentrationsdifferenz 0.85—0.41 *) = 0.44 Mol., während diese in der isotonischen Lösung von 0.25 Mol. NaCl in Meereswasser auch 0.25 Mol. beträgt. Der Unterschied zwischen beiden Differenzen besteht also auch hier, obwohl er erheblich geringer ist wie bei Salpeter.

Als zweites Resultat hatte sich ergeben dass die Intrameabilität für KNO_3 erheblich grösser war wie für NaCl, wenn beide Salze sich in destillirtem Wasser gelöst vorfinden. Auch dieses lässt sich aus dem Umstande erklären dass die Concentrationsdifferenz bei KNO_3 grösser ist wie bei NaCl. Für ersteres Salz ist diese nämlich, bei Anwendung einer Lösung von 1.0 Aeq. auch 1.0, während diese für NaCl nur 1.0—0.41 = 0.59 Mol. beträgt. Dementsprechend fand ich dass die Bestimmung der plasmolytischen Grenzlösung der Zellen viel bessere Resultate lieferte wenn dazu NaCl-lösungen, als wenn solche von KNO_3 benutzt wurden, da das Verschwinden der Plasmolyse in Letzteren viel schneller stattfand.

Dass die Concentrationsdifferenze also als directe oder auch als indirecte Ursache eine Rolle spielen ist mir wahrscheinlich.

Die Ursache warum sich in dieser Weise keine entschei denden Resultate erhalten lassen liegt darin, dass bei den in obiger

*) 0.41 Mol. ist die Concentration von NaCl im Meereswasser.

Weise angestellten Versuchen nicht nur die Zusammensetzung der Versuchslösung eine Aenderung erfährt, doch dass dieses ausserdem mit der wasseranziehenden Kraft des Mediums der Fall ist. Die Resultate können dann also ebensowohl von der einen wie von der anderen Ursache hervorgerufen werden. Beim Gebrauche von Meeresalgen lässt sich diese Complication aber umgehen durch Anwendung, entweder von Lösungen einer Substanz in destillirtem Wasser, zu solcher Concentration dass ihre wasseranziehende Kraft die nämliche ist wie jene des Meereswassers, also 0.60 Aeq. KNO_3, oder von Mischungen einer derartigen Lösung mit Meereswasser in verschiedenen Verhältnissen. In dieser Weise kann man also die Algen in einem Medium cultiviren welche ein bestimmtes Salz zu fast jeder beliebigen Concentration enthält, und dennoch mit dem Meereswasser isotonisch ist; tritt auch dann noch das Salz in die Vacuole über, so kann dieses natürlich nur durch die veränderte Zusammensetzung des Mediums veranlasst sein. Da solche Lösungen aber keine Plasmolyse hervorrufen, muss der Eintritt des Salzes in die Vacuole in anderer Weise wie oben nachgewiesen werden, wie z. B. durch die Steigerung der plasmolytischen Grenzlösung, oder bei Anwendung von Salpeter, durch Nachweis dieses Salzes nach der erwähnten Methode mittelst Diphenylamin (vergl. I Abschnitt).

Da die Concentration der festen Substanze im Dünenwasser nur sehr gering (0.03 pCt.) ist, sind die Süsswasseralgen zu den obigen Versuchen unbrauchbar. In einer bestimmten Weise kann man sie aber zu diesen brauchbar machen; ich that dieses durch vorhergehende Cultur von Spirogyra-fäden während mehrerer Tage in einer Salpeter- oder Kochsalzlösung. Während des Verweilens in jenen Lösungen stieg die Concentration der Vacuolenflüssigkeit allmählich, wie schon im I Abschnitt (p. 357 ff.) erwähnt wurde, und dieses konnte soweit gehen, bis die Zellen schliesslich ihre ursprüngliche Turgorkraft wiedergewonnen hatten. Ist dieses geschehen so befindet sich die Spirogyra jener Lösung gegenüber in vollkommen ähnlichen Umständen wie Chaetomorpha in Bezug auf dem Meereswasser, und

es kann also jetzt die obige Methode auch auf erstere Pflanze Anwendung finden.

Die wenigen Versuche welche ich in dieser Weise mit Spirogyra anstellte, waren die Folgende.

Eine grosse Anzahl Fäden wurden in eine Lösung von 0.20 Mol. Na Cl gelegt, und darin 15 Tage belassen; nach dieser Zeit war die plasmolytische Grenzlösung der Zellen von 0.15 bis zu 0.29 Aeq. KNO_3 gestiegen (vergl. Tabelle p. 360). Dann wurde ein Theil der Zellen in eine Lösung übergebracht welche 0.10 Aeq. KNO_3 + 0.05 Mol. Na Cl enthielt, und welche also um 0.05 Aeq. weniger hoch concentrirt war wie die vorige. Die Fäden verweilten $^1/_2$ Stunde in letzterer Lösung, und dann wurde der anhängende Salpeter in der gewöhnlichen Weise durch eine K_2SO_4-lösung entfernt. Die Reaction mit Diphenylamin ergab nun dass alle Zellen eine dunkle Verfärbung (4) hervorriefen, zum Beweise dass selbst in einer halben Stunde eine nicht geringe Menge Salpeters in die Vacuole eingedrungen war.

Andere Fäden nämlichen Ursprungs wurder nachher in 0.10 Aeq. KNO_3 gebracht, in dieser Lösung $^1/_2$ Stunde belassen, mit einer K_2SO_4-lösung abgespült und schliesslich mit Diphenylamin untersucht. Auch jene Zellen zeigten eine dunkle Verfärbung (4), und also auch unter diesen Umständen war Salpeter in die Vacuole eingedrungen.

In einem zweiten Versuche verblieben eine Anzahl Fäden zuerst 29 Tage in 0.10 Mol. Na Cl (vergl. Tabelle p. 360), dann 3 Stunden in 0.05 Aeq. KNO_3 und schiesslich nochmals 50′ in 0.05 Mol. Na Cl. Auch diese Zellen riefen eine dunkel blaue Verfärbung (4) in der Diphenylaminlösung hervor.

Selbst wenn also, wie in obigen Versuchen, die Aenderung des Mediums von einer Verringerung seines Salpeterwerthes, und also von einer Steigerung der Turgorkraft der Zellen begleitet ist, findet der Uebertritt des Salzes in die Vacuole statt; die Intrameabilität erwies sich dadurch somit als von diesem Factor unabhängig. Ausserdem deuten aber diese Resultate darauf hin, dass es die Aenderung in der Zusammensetzung des Mediums, also das Auftreten von Con-

centrationsdifferenze ist, welche die Erscheinung der Intrameabilität hervorruft.

Obwohl sich der Protoplast also bisher bei diesem Vorgange nicht als nothwendig activ erwiesen hat, darf man aus jenen Resultaten aber nicht schliessen, dass dieser sich dabei inactiv verhalten muss, denn wenn wirklich die Concentrationsdifferenze für die Intrameabilität maassgebend sind, so können diese immerhin ebensowohl die mechanische Ursache der Erscheinung, wie auch bloss als Reiz dabei wirksam sein, indem ihr Auftreten den Protoplast veranlasst das Salz aus der Umgebung in die Vacuole zu schaffen.

Auch die Entscheidung dieser Frage muss aber einer ausgedehnteren Untersuchung überlassen werden.

Nachdem wir jetzt die Erscheinungen der Permeabilität der Protoplaste eingehend besprochen haben, bleibt uns noch übrig einen Umstand zu betrachten, welcher für die Erklärung und Bedeutung der erwähnten Resultate von höchster Wichtigkeit ist. Dieser Umstand betrifft die Frage:

Hat man Ursache die Permeabilitätseigenschafte der Versuchszellen als normal zu betrachten? m. a. W.:

Sind die Intrameabilität, und das Fehlen von Extrameabilität Eigenschafte welche dem normalen Protoplasten zukommen?

In Bezug auf die Extrameabilität lässt sich die Antwort sofort geben.

Aus der Versuchen welche im II Abschnitt beschrieben wurden, ging hervor dass die Protoplaste von Spirogyra selbst nach längerer Zeit keine merkliche Spur des Salpeters, welcher vorher in die Vacuole eingedrungen war, hinaus passiren liessen. Obgleich also die Diffusion einen Ausgleich der Concentrationsdifferenze dieses Salzes hervorzurufen bestrebt war, und also den Salpeter aus der Vacuole zu entfernen suchte, minderte sich die Concentration dieses Salzes nicht merkbar.

Weil also der Protoplast im Stande ist die Wirkung der Diffusion zu verhindern, darf man schliessen dass jener dabei activ betheiligt sein muss (vergl. p. 423), während man

weiter aus diesem Umstande den normalen Zustand des Protoplasten währenddem ableiten darf. Dieser Schluss ist um so wahrscheinlicher weil die Zellen bei jenen Versuchen sich vollkommen ähnlich verhielten wie völlig normale Zellen, wie z. B. jene aus der rothen Rübe *), welche keinen Rohrzucker an die Umgebung abgeben, selbst nicht wenn sie während längerer Zeit in Wasser verweilen.

Jetzt bleibt uns also nur übrig die Intrameabilität zu besprechen. Die Intrameabilität der Zellen während der beschriebenen Versuche kann eine Folge sein, von einem der beiden folgenden Umständen:

1^0. Der normale Protoplast ist intrameabel; oder

2^0. Der normale Protoplast ist nicht intrameabel, wird aber durch Aenderung in den äusseren Umständen (in casu: der Zusammensetzung des Mediums) zur Intrameabilität veranlasst.

Unter letztere Annahme kann nun die directe Ursache des Auftretens der Intrameabilität die Folge sein:

a. von einer normalen Eigenschaft; oder

b. von einem krankhaften Zustande.

Da die Versuchszellen, nachdem sie sich intrameabel gezeigt hatten, sich völlig wie gesunde verhielten, und in keiner Hinsicht eine Schädigung aufwiesen, so kann es sich, wenn man den Fall sub 2^b als die wahrscheinlichste betrachtet, höchstens nur um einen vorübergehend krankhaften Zustand handeln.

Ist dieses aber so, so ist der Fall sub 2^b, experimentell nicht von dem sub 2^a, ebensowenig wie von dem sub 1 zu trennen, und beides zwar weil der Nachweis der Intrameabilität ohne vorhergehende Aenderung in der Zusammensetzung des Mediums nicht möglich ist.

Die Antwort auf unsere Frage, ob der intrameable Protoplast als normal betrachtet werden darf, kann sich also nur auf Wahrscheinlichkeiten stützen.

Meiner Ansicht nach wird man die Intrameabilität als

---

*) Vergl. die Einleitung, p. 333.

eine Eigenschaft des völlig normalen Protoplasten betrachten müssen. Die Veranlassung zu dieser Meinung finde ich in den folgenden Umständen:

1°. Keine der Zellen wies weder während, noch auch nachdem ihr Protoplast sich intrameabel gezeigt hatte, nur die geringste Andeutung eines abnormalen Zustandes auf. Hierbei möge man besonders beachten dass in einigen Versuchen die Erfolge der Intrameabilität schon $^1/_2$ Stunde nach dem Anfange nachgewiesen werden konnten.

2°. Die Zellen von Tradescantia zeigten sich, z. B. in einem Versuche bei Anwendung einer Salpeterlösung, schon nach einem Tage deutlich intrameabel. Aus einem anderen Versuche geht hervor dass solche Zellen, nach einem Verweilen von 6 Tagen in einer Kochsalz-lösung von 0.11 Mol., noch sehr kräftige Circulation des Protoplasma zeigen können (p. 366). Wenn man hierbei erwägt dass die Plasmaströmungen nur in völlig normalen Zellen stattfinden, und dass sie schon durch sehr geringe äussere Einflüsse zum vorübergehenden, oder auch zum dauernden Stillstande gebracht werden, so spricht auch jene Beobachtung für den normalen Zustand der Zellen während der Intrameabilität.

3°. Eine Veranlassung zu der Meinung dass meine Versuchspflanzen sich nicht normal verhielten, dürfte man vielleicht aus dem Umstande ableiten, dass die Intrameabilität, welche bisweilen auffallende Erscheinungen veranlasst (wie z. B. das Rückgängig werden von eingetretener Plasmolyse) nicht schon früher beobachtet wurde.

Die Ursache dieses möchte ich aber darin suchen, dass bisher niemals Meeresalgen, welche am erheblichsten intrameabel sind, zu plasmolytischen Versuchen benutzt wurden, während bei den Versuchen von DE VRIES mit Süsswasseralgen (Spirogyra), und mit Landpflanzen (Tradescantia, Curcuma, Beta) stets sehr hoch concentrirten Lösungen benutzt wurden. Denn, wie schon hervorgehoben wurde, zeigt diese Eigenschaft bei weniger intrameablen Zellen sich nur, wenn schwach plasmolysirenden Lösungen angewandt werden.

Ausserdem spricht für meine Meinung der Umstand dass

auch DE VRIES *) in zwei Versuchen mit Landpflanzen (Tradescantia und Curcuma) mit solchen schwach plasmolysirenden Lösungen, das Rückgängigwerden der Plasmolyse beabachtete. (Da die Culturen von Spirogyra in Lösungen von allmählich steigender Concentration, welche auf p. 378 erwähnt wurden, an einer stark besonnten Stelle standen, soll das schnelle Absterben dieser Fäden vielleicht eher diesem Umstande, wie der Einwirkung der Salzlösung zugeschrieben werden).

4°. Im dritten Abschnitte wurde gezeigt dass die Hautschicht, sowie die Vacuolenwand von den verschiedensten Zellen, und höchst wahrscheinlich von allen, während ihres normalen Lebens intrameabel sein müssen. Wenn sich in diesen Fällen also die Intrameabilität als eine Eigenschaft der normalen Zellen zeigt, so hat man Ursache anzunehmen dass auch die in unschädlicher Lösung verweilenden Zellen, wenn sie sich intrameabel erweisen, normal sind.

Man könnte hierzu bemerken dass die Concentrationsdifferenzen, welche während dieses Vorganges in den Zellen unter normalen Verhältnissen herrschen, meistens sehr gering sind, wie es z. B. beim Nahrungstransport der Fall sein muss, während diese bei meinen Versuchen erheblicher waren.

Diesem gegenüber stehen aber andere Beobachtungen in denen normale Zellen die Stoffe auch aus öfters hoch concentrirten Lösungen aufnahmen. Ich errinnere hierbei besonders an die Stärkebildung in verdunkelten Blättern, welche auf Lösungen von Zucker oder von anderen Substanzen gelegt wurden (vergl. p. 409), sowie auf die Erscheinungen bei der Absorption der gelösten organischen Substanzen durch die Drüsen der insectenverdauenden Pflanzen (p. 404). Wahrscheinlich dürfen auch die Vorgänge in den reizbaren Zellen der Blattpolstern von Mimosa (p. 414), und von den Filamenten der Cynareen, während ihrer Erholung nach der Reizung, hierher gerechnet werden.

5°. Die Intrameabilität kann sich nur zeigen nachdem die Zusammensetzung des Mediums eine Veränderung er-

*) Vergl. p. 365.

litten hat. Man könnte nun diese Veränderung als die Ursache einer Abnormalität des Protoplasten betrachten, welche letztere erst die Intrameabilität hervorruft.

Dass dieses aber nicht so zu sein braucht, lässt sich daraus schliessen dass die Veränderung welche das Medium erleidet, hier in vollkommen ähnlicher Weise wirkt, wie bei allen übrigen chemischen Reizen. Als Beispiel betrachte man hier wieder den Fall der Drüsen von Drosera, welche zur Ausscheidung von Pepsin und von Säure veranlasst werden, nachdem vorher Reizung stattgefunden hat, z. B. durch Einwirkung einer stickstoffhaltigen Flüssigkeit. Anstatt hierin einen normalen Vorgang zu erblicken, könnte man nun ebensowohl annehmen dass die Protoplaste der normalen Drüsenzellen nicht extrameabel für jene Stoffe seien, dass aber diese Eigenschaft erst dann auftritt, wenn die Zellen durch Einwirkung jener Flüssigkeit in solcher Weise krankhaft verändert sind, dass sie dadurch extrameabel werden. Da man aber hier mit einer unbedingt nützlichen Eigenschaft zu thun hat, wird diese Auffassung wohl von keinem getheilt werden.

Aehnliches muss aber auch für die Intrameabilität von anderen Zellen gelten, und zwar um so zwingender als in dem Falle von Drosera, weil die ungereizten Zellen der Drüsen, welche wohl nicht extrameabel sein werden (wie alle bekannten Zellen), durch bestimmte chemische Reize extrameabel werden; alle normale Protoplaste sind hingegen schon intrameabel, und man braucht also bei meinen Versuchen entweder keine, oder höchstens nur eine quantitative Veränderung dieser Eigenschaft anzunehmen.

6⁰. Dass die benutzten Substanzen keine schädigende Wirkung auf die Versuchszellen ausgeübt haben, vermuthe ich, weil alle diese Stoffe, also Rohrzucker und Traubenzucker, ebenso wie Kalisalpeter und Kochsalz öfters normal in den Zellen vieler Pflanzen sich vorfinden. Beispiele für das Vorkommen der genannten Zuckerarten sind häufig; ich erwähne nur Beta und Allium; Kochsalz ist ein wichtiger Bestandtheil der Asche von Strandpflanzen, während Kalisalpeter ebenso häufig ist in Gewächsen, welche auf stark ge-

düngtem Boden leben. Die Analysen von DE VRIES *) ergaben z. B. dass die Markzellen von Helianthus tuberosus 0.09 Aeq. KNO_3 enthalten können, so dass dieses Salz allein schon mehr wie 40 pCt. der ganzen Turgorkraft jener Zellen liefert.

7°. An letzterer Stelle stützt sich meine Annahme darauf, dass ich in vielen Fällen, z. B. bei Meeresalgen, in der erheblichen Intrameabilität eine Anpassungserscheinung erblicke, welche unter bestimmten Umständen von hohem Nutzen sein kann. So z. B. wenn solche Pflanzen an einer Stelle gelangen welche für kurze Zeit, oder auch dauernd, von dem Meere abgeschlossen ist, und wo sich die Concentration der Flüssigkeit also durch Verdunstung allmählich steigern muss. Wären die Protoplaste nicht intrameabel, so würden die Zellen schliesslich plasmolysirt werden, dann nicht mehr wachsen können, und am Ende absterben müssen. Durch die Intrameabilität wird dieses aber verhindert.

Diese Anpassung wird natürlich von je grösserem Nutzen sein, in je höher concentrirter Lösung die Pflanzen leben, und daher liesse es sich vielleicht erklären warum die Meeresalgen jene Eigenschaft in viel höherem Maasse zeigen wie z. B. Spirogyra, da erstere in einem, nicht weniger wie 240 Mal höher concentrirten Medium leben, wie die letztere.

Vollkommen Aehnliches muss auch für viele Pilze gelten welche öfters in erstaunend hoch concentrirten Lösungen wachsen können, wie z. B. in verdünntem Glycerin, im Zuckerwasser selbst von 1.5 Mol. (isoton. mit 1.0 Aeq. KNO_3) und dergleichen. Ohne Intrameabilität der Protoplaste jener Zellen würde dieses Wachsthum natürlich nicht stattfinden können.

In der Intrameabilität erblicke ich also eine Eigenschaft des normalen Protoplasten, welche während ihres Lebens nothwendig ist zur Aufnahme von Nahrungsstoffen aus der Umgebung, und welche, unter veränderten äusseren Umständen, die Zellen im Stande zetzt, sich der neuen Umgebung an zu passen.

Leiden, October 1887.

*) *Turgorkraft*, p. 589.

FIGUREN-ERKLÄRUNG.

DIE FIGUREN, MIT AUSNAHME VON FIG. 8, 9, 11, 12 UND 13, WURDEN MIT DER CAMERA LUCIDA GEZEICHNET.

Fig. 1. Chaetomorpha aerea. Zelle in 1.0 Aeq. KNO_3 in destillirtem Wasser mit Eosin. Der Protoplast ist völlig lebendig, doch die Chlorophyllkörner sowie fast das ganze Körnerplasma, haben sich in der Mitte der Zelle zu einem Ringe zusammen gezogen; *v* die zahlreichen Vacuolen, welche, deutlich gegen einander abgeplattet, zusammen von der gespannten Hautschicht umschlossen sind. Kein Theil des Protoplasten war durch Eosin gefärbt. $^{110}/_{1}$.

Fig. 2. Aehnliche Zelle nachdem die Hautschicht und das Körnerplasma gestorben sind; erstere ist dabei unsichtbar geworden, während das Eosin die Körnerschicht gefärbt hat. Die Vacuolen sind jetzt frei geworden, kugelförmig, mit hyalinen, gespannten Wänden, welche durch Eosin nicht gefärbt sind. $^{110}/_{1}$.

Fig. 3. Theil eines Fadens von Spirogyra nitida. Verfärbung (blaue) durch Zellen, welche zuvor durch Intrameabilität Salpeter aufgenommen hatten, in einer Diphenylamin-lösung hervorgerufen. Die schraffirten Zellen waren anfangs lebendig, die nicht schraffirte war todt. Der Pfeil gibt die Richtung an, in der das Reagens unterm Deckglas weiter strömte während die Reaction auftrat. Man sieht dass von jeder der lebendigen Zellen ein (blauer) Steifen ausgeht, in der Richtung des Stromes, während die todte Zelle zu kein solcher Reaction Veranlassung gibt.

Fig. 4. Chaetomorpha aerea. Zwei lebendige Endzellen eines Fadens nach $3^3/_4$-tägiger Cultur in 0.40 Mol. Rohrzucker in Meereswasser. Die letzte (hier untere) Zelle zeigt an der hinteren Seite Plasmolyse, welche Erscheinung hier dem Absterben vorangeht. $^{55}/_{1}$.

Fig. 5. Aehnliche Zelle von einem andern Faden, nach 6-tägiger Cultur in der nämlichen Lösung. Die Endzelle hat die benachbarte

todte Zelle, derer Zellwand unverletzt war, ganz ausgefüllt, und wölbt jetzt auch die Querwand dieser nach Aussen vor. $^{55}/_{1}$.

Fig. 6. Spirogyra nitida. Vier Zellen durch unvollständige Theilung aus einer hervorgegangen, in einer plasmolysirenden Lösung. Die Zellen hatten 29 Tage in 0.1 Mol. NaCl verweilt, und waren dann bei der Untersuchung in eine höher concentrirte Flüssigkeit übergebracht. Die Chlorophyllbänder sind weggelassen. $^{55}/_{1}$.

Fig. 7. Lomentaria firma. Markzelle mit vielfach geschlängelten, verästelten (rothen) Chromatophoren, welche in den lebenden Zellen sehr langsame Verschiebungen und Gestaltsänderungen erleiden. $^{510}/_{1}$.

Fig. 8. Aehnliche Zelle nach Verweilen während einer Stunde in 1.0 Aeq. KNO_3 in Meereswasser. Die Zelle ist plasmolysirt, die Chromatophoren sind in Stücken auseinander gefallen, und jedes dieser hat eine ellipsoïdische Form angenommen. $^{510}/_{1}$.

Fig. 9. Spirogyra nitida. Theil der Zellwand (*z*) mit Protoplasma aus dem mittleren Theile einer Zelle, welche in einer schwach plasmolysirenden Lösung verweilte. Die Vacuolenwand (*v*), sammt einem Theile des Körnerplasma (*k'*) mit den darin liegenden Chlorophyllbändern (*c*), sind nach Innen gebogen, während die Hautschicht (*h*) sammt dem Reste des Körnerplasma (*k''*) ihre normale wandständige Lage behalten haben; nur an der Trennungsstelle hat sich die Hautschicht ein wenig von der Wand abgehoben. Die zwei Theile des Körnerplasma (*k'* und *k''*) sind durch einen Strang (*s*) verbunden, an dem eine Plasmaanhäufung vorkommt; in diesem, sowie in dem wandständigen Theile des Körnerplasma wurde lebhafte Strömung beobachtet. Sehr stark vergrössert.

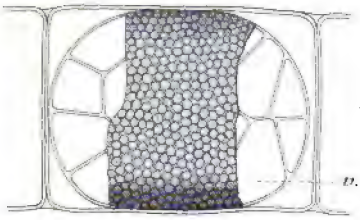
Fig. 10. Aehnliche Zelle, ganz, in einer plasmolysirenden Lösung; *h* Hautschicht und *v* Vacuolenwand beim Anfang der Beobachtung. Bei gelinder Erwärmung hatten diese beide, 3″ später, die Stellungen *h*, und *v'* angenommen. Gerade in der Einschnürung lag der Zellkern. $^{100}/_{1}$.

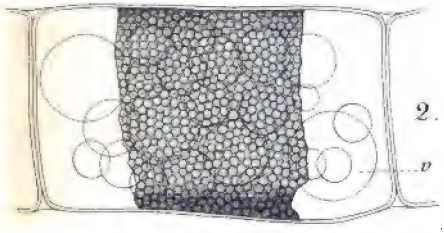
Fig. 11. Spirogyra nitida. Theil eines Fadens nach $^{1}/_{2}$-stündigem Verweilen in 0.2 Aeq. KNO_3. Die schraffirten Zellen sind völlig lebendig und nur an den Ecken schwach plasmolysirt. In den beiden mittleren Zellen aber war die Vacuolenwand allein lebendig, aber dennoch zeigten die nach Aussen gebogenen Querwände dieser die Turgescenz der Zellen an.

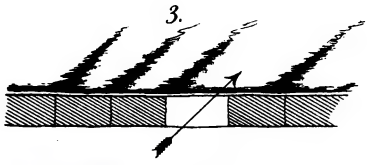
Fig. 12. Spirogyra nitida. Eine Zelle nach $^{1}/_{2}$-stündigem Verweilen in 0.25 Aeq. KNO_3. Der Protoplast war stark plasmolysirt,

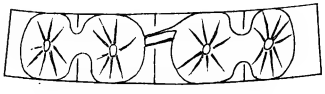
und dabei in zwei Theilen getheilt, welche unter einander nur noch durch einen sehr dünnen, soliden Plasmastrang verbunden waren; der ganze Protoplast war dabei lebendig. In diesem Stadium hatte dieser die Form I. Nach gelinder Erwärmung brach der Strang enzwei, und kurz nachher bekam das äussere Plasma beider Theile einen Riss. Diese starben dann bis auf die Vacuolenwände ab, welche letztere sich durch die Risse vorwölbten, und nach einander die Formen II und III annahmen. In beiden Theilen ging vollkommen Aehnliches vor sich. Kurze Zeit nachher zeigte der Zellinhalt der Form wies:

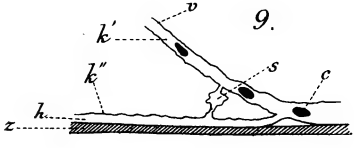
Fig. 13 angibt. Die Plasmolyse war also fast völlig verschwunden, die beiden Theile der, ursprünglich einzigen, Vacuole gegen einander abgeplattet, und eine dieser durch die Chlorophyllbänder deutlich an einer Stelle eingeschnürt. Die zweite hatte die Bänder an die Seite geschoben.

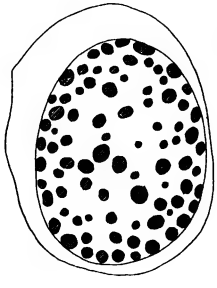


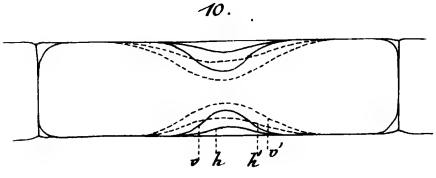


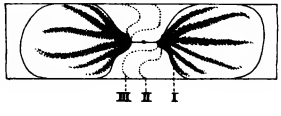


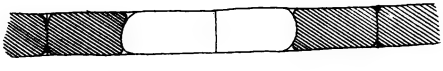


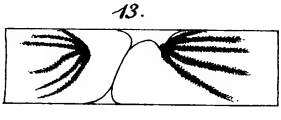












J.M.Janse. del.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Zaterdag 24 December 1887.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, ZEEMAN, BIERENS DE HAAN, PLACE, BAEHR, TREUB, J. A. C. OUDEMANS, KORTEWEG, LORENTZ, PEKELHARING, BEYERINCK, DE VRIES, BRUTEL DE LA RIVIÈRE, FÜRBRINGER, HUBRECHT, HOEK, FRANCHIMONT, MAC GILLAVRY, ENGELMANN, DONDERS, RAUWENHOFF, VAN DER WAALS, SCHOLS, BOSSCHA, STOKVIS en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris. Voorts het correspondeerend Lid: de Heer VAN DER BURG.

— Het Proces-Verbaal der vorige Vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

— Worden gelezen Brieven van Dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van de navolgenden:

1°. J. TIDEMAN, Secretaris van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs te 's Gravenhage, 16 December 1887; 2°. J. LIAGRE, Secretaris der Académie royale des Sciences, des Lettres et des beaux-Arts de Belgique te Brussel, 30 April 1887; 3°, den Directeur van het Musée royal d'Histoire Naturelle de Belgique te Brussel, 23 April 1887; 4°. VON BEZOLD, Directeur van het königl. preuss. meteorologisches Institut te Berlijn, 14 December 1887; 5°. H. SANTESSON, Directeur van het Institut royal géologique de Suède te

Stockholm, 2 December 1887; 6°. R. THALEN, Bibliothecaris der Société royale des Sciences te Upsala, 1887; 7°. den Directeur van het Bureau of Education te Washington, 29 November 1887; aangenomen voor bericht.

— Voorts Brieven ten geleide van Boekgeschenken van de navolgenden:

1°. het Ministerie van Buitenlandsche Zaken te 's Gravenhage, 13 December 1887; 2°. COEN. DE GROOT, 's Gravenhage, 15 December 1887; 3°. J. F. L. SCHNEIDER, Bibliothecaris der Polytechnische School te Delft, 5 December 1887; 4°. FORSTEMAN, Archivaris der kön. sächsische Gesellschaft der Wissenschaften te Leipzig, 6 October 1887; 5°. den Secretaris van het Verein für Naturwissenschaft te Brunswijk, Juni 1887; 6°. H. SANTESSON, Bibliothecaris van het Institut royal géologique de Suède te Stockholm, 2 December 1887; 7°. R. THALEN, Secretaris der Société royale des Sciences te Upsala, 1887; 8°. H. WILD, Directeur van het physikalisch Central-Observatorium te St. Petersburg, October 1887; 9°. J. C. PILLING, Directeur der U. S. geological Survey te Washington, 28 Juli 1887; 10°. M. J. C. MERRELL, Bibliothecaris van het Agricultural College te Lansing, 1 Juni 1887; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de Boekerij.

— De Heeren VAN DIESEN, A. C. OUDEMANS JR. en BEHRENS hebben zich over hunne afwezigheid verontschuldigd.

— De Heer ENGELMANN spreekt in de eerste plaats over *Bacteriopurpurine en hare physiologische beteekenis.*

In de zitting der Koninklijke Akademie van 25 Maart 1882 heeft spreker een roodgekleurd bewegelijk bacterium beschreven, merkwaardig door een scherp onderscheidingsvermogen voor verschillen in intensiteit en golflengte van licht, en om die reden door hem Bact. photometricum genoemd. Verschillende feiten wezen er toen op, dat het licht slechts door bemiddeling der roode kleurstof op de bewegingen invloed oefent. Gebrek aan materiaal belettede

echter dit vermoeden nader te toetsen. Sedert eenige maanden nu beschikt spreker over groote hoeveelheden van B. photometricum; ook heeft hij door de goedheid van Prof. WARMING te Kopenhagen, Dr. WINOGRADSKY te Straatsburg en Prof. W. ZOPF te Halle tal van andere, roodgekleurde levende Schizomyceten ontvangen, waardoor het hem mogelijk werd eenige belangrijke leemten van zijn vroeger onderzoek aan te vullen. Van de nieuwe resultaten wenscht hij de voornaamste mede te deelen.

De door spreker onderzochte vormen zijn grootendeels bekend en beschreven als Bacterium photometricum, roseo-persicinum, rubescens, sulfuratum, Clathrocystis roseo-persicina, Monas Okeni, vinosa, Warmingi, Ophidomonas sanguinea, Rhabdomonas rosea, Spirillum violaceum. Of zij tot één soort of tot verschillende behooren, laat spreker in 't midden. Allen behooren tot de onlangs door WINOGRADSKY (*Botan. Zeitung* 1887, N°. 31—37) onderzochte »zwavelbacteriën". Zij vullen zich volgens WINOGRADSKY's, door spreker bevestigde, proeven, bij aanwezigheid van vrije SH_2, met zwavelkorrels en oxydeeren de zwavel tot zwavelzuur. Alle zijn door een in 't protoplasma diffuus verspreide purperachtig roode kleurstof (*Bacteriopurpurine*, RAY LANCASTER) gekleurd.

Alle nu gedragen zich, naar spreker vond, tegenover licht in hoofdzaak zooals vroeger voor Bact. photometricum werd opgegeven. De eigenaardige invloed van 't licht is niet gebonden aan de aan- of afwezigheid van zwavel of SH_2, maar aan de tegenwoordigheid van Bacteriopurpurine Spreker stelt daarom voor, deze vormen door den naam van *Purperbacteriën* te onderscheiden van de kleurstofvrije, op licht niet reageerende zwavelbacteriën. Van de laatste onderzocht spreker vooral Beggiatoa alba en mirabilis.

De invloed van 't licht uit zich op velerlei wijze: het meest in 't oog loopend op de snelheid, den duur en de richting der vrije bewegingen. Alle vormen toonen b.v. de »schrikbeweging" bij den overgang van licht in duister en hoopen zich dientengevolge bij plaatselijke verlichting van den droppel in 't licht op. Die opeenhoopingen kunnen gefixeerd

worden. Spreker laat eenige op die wijze verkregen »*Bacteriogrammen*" zien, in den vorm van een B, W en Z.

De absolute gevoeligheid voor licht hangt van velerlei omstandigheden af (soort, individu, O-spanning, SH_2-gehalte enz.), waarover spreker eenige bijzonderheden mededeelt.

In 't spectrum van zon-, gas- en electrisch gloeilicht hoopen zich alle op, vooral in 't ultrarood tusschen $\lambda =$ 0.80 en 0.90 μ, verder in 't geel bij 0.59, ook wel in 't groen tusschen 0.52 en 0.55. Uiterst zwak werkte het zichtbare rood, niet merkbaar het uiterste ultrarood (boven ca. 1.0 μ golflengte) en het ultraviolet. Ook deze opeenhoopingen kunnen als »*bacteriospectrogrammen*" gefixeerd worden en toonen dan het beeld van het absorptiespectrum der Bacteriopurpurine met zijne karakteristieke donkere banden.

Bij gelijke energie werken de lichtstralen des te sterker op de bewegingen, naarmate zij meer door de Bacteriopurpurine worden geabsorbeerd. Proeven, door spreker in 't physisch laboratorium te Utrecht, door vriendelijke bemiddeling van den Heer W. H. Julius met Langley's bolometer genomen, toonden een uiterst sterke absorptie der ultraroode stralen aan tusschen 0.80 en 0.90 golflengte. De absorptie van 't zichtbare gedeelte werd met den mikrospectraalphotometer bepaald. Als voorbeeld diene de volgende tabel, waarin de sterkte (i) van licht, door een ca. 0.005 mm. dikke Zoogloeamembraan van Bact. photometricum doorgelaten, in procenten van 't opvallende is opgegeven. De plaatsen, waar absorptiemaxima liggen, zijn door vette cijfers aangeduid.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
1.60	94.4	0.70	69.0	0.58	28.0	0.51	9.5
1.40	94.8	0.68	75.0	0.57	28.5	**0.50**	**9.0**
1.00	78.3	0.66	80.0	0.56	28.0	0.48	9.5
0.95	69.5	0.64	84.0	0.55	18.0	0.46	12.0
0.90	44.2	0.62	77.0	0.54	11.0	0.44	17.5
0.85	**29.1**	0.60	40.0	**0.53**	**9.5**	0.42	21.5
0.80	30.0	**0.59**	**27.0**	0.52	10.5		

De evidente proportionaliteit tusschen absorptie en physiologisch effect wees op een chemisch proces als primaire lichtwerking, analoog aan de koolstofassimilatie door chromophyll. Inderdaad gelukte het spreker langs verschillende wegen, o. a. door van zeer gevoelige spirillen, bacteriën en infusoriën, en ook door de purperbacteriën zelve als reagentia op vrije zuurstof te gebruiken, *zuurstofuitscheiding in 't licht* aan te toonen. Ook bleken ontwikkeling, groei en vermeerdering op den duur slechts in 't licht mogelijk te zijn.

De zuurstofuitscheiding is volstrekt gebonden aan de tegenwoordigheid van *bacteriopurpurine*. Hare grootte staat echter evenmin als bij groene cellen in een eenvoudige relatie tot de saturatie van het lichaam met de kleurstof. Wel is zij daarentegen in ieder geval voor elke golflengte, zoover dit zich laat aantoonen, evenredig aan de geabsorbeerde energie van 't licht. Ultrarood (gas- of zonlicht), door iodium in zwavelkoolstof van alle zichtbare stralen beroofd, of spectraal ultrarood tusschen ongeveer 0.80 en 0.90 μ golflengte, werkte slechts weinig zwakker dan het gemengde licht. Het zichtbare rood, het uiterste ultrarood, violet en ultraviolet gaven, althans in 't spectrum van geconcentreerd gaslicht, geen duidelijk effect.

Bacteriopurpurine is dus een echt chromophyll. Waarschijnlijk in 't algemeen niet een enkel chemisch individu, maar een mengsel, evenals andere chromophyllen (chlorophyll, diatomin, rhodophyll enz.), onderscheidt zij zich van deze laatste belangrijk door het ontbreken der groene kleurstof (chlorophylline, reinchlorophyll, kyanophyll), welke vroeger als de eenige drager van het C-assimilatievermogen der planten werd beschouwd. Het blijkt dus opnieuw dat assimilatie in 't licht ook door niet groene kleurstoffen en door iedere soort van golflengte kan worden teweeggebracht.

Bij de poging om uitscheiding van vrije zuurstof door de purperbacteriën rechtstreeks aan te toonen, kwam spreker op het denkbeeld om hiervoor van haemoglobine gebruik te maken. Dit leidt hem tot het onderwerp zijner tweede voordracht:

Over bloedkleurstof als middel om de gaswisseling van planten in het licht en het duister na te gaan.

Het beginsel dezer methode is niet nieuw, zooals spreker aanvankelijk meende. HOPPE-SEYLER toonde in 1879 aan, dat een levende Elodeaplant, in O-vrij verdund bloed in een luchtdicht afgesloten glas aan direct zonlicht blootgesteld, de veneuse kleur in de arterieele doet overgaan, terwijl in 't duister de aderlijke kleur allengs terugkomt. Het beginsel dat aan deze — naar 't schijnt onopgemerkt gebleven — schoone proef ten grondslag ligt, kan een zeer ruime en vruchtbare toepassing vinden.

Spreker heeft zich overtuigd, dat reeds een enkele mikroskopisch kleine cel voor een duidelijke reactie voldoende zijn kan. Evenwel bereikt de gevoeligheid der methode op verre na niet die der bacteriemethode.

Bracht spreker een chlorophyllrijken Spirogyradraad van 0.1 mm. dikte onder 't dekglas in een droppel onverdund of weinig verdund gedefibrineerd runderbloed, dat door een stroom van H of CO_2 een duidelijk veneuse kleur had verkregen en stelde hij het praeparaat aan helder diffuus daglicht bloot, dan was het bloed binnen 10—15 minuten langs den geheelen draad tot op ongeveer $^1/_2$—2 mm. afstand er van licht arterieel rood geworden. De grens tusschen de arterieele en de veneuse kleur was zoo scherp, dat zij met een nauwkeurigheid van minder dan 0.1 mm. kon opgegeven worden. In 't duister keerde de veneuse kleur binnen ongeveer denzelfden tijd terug. Bij plotselinge verlichting van een enkele cel of een gedeelte er van, b. v. door het beeld van den lichtboog van een klein electrisch gloeilampje, vormde zich slechts onmiddellijk om het verlichte gedeelte een helderroode hof.

Zeer schoon kunnen de O-uitscheiding in 't licht en de O-absorptie in 't duister met behulp van het mikrospectraaloculair — nog beter met den mikrospectraalphotometer van spreker — gevolgd worden. Men ziet dan hoe bij verlichting der cel de donkere absorptieband der O-vrije bloedkleurstof allengs plaats maakt voor de twee donkere banden der O-haemoglobine. De verandering begint soms reeds bin-

nen 10 à 20 secunden duidelijk te worden en wel altijd het eerst onmiddellijk aan de oppervlakte der cel, vanwaar zij zich allengs verder in de vloeistof uitbreidt. Er treedt dus vrije zuurstof uit den celwand naar buiten. In 't duister keert de haemoglobineband allengs terug. Dikwijls is hij in de onmiddellijke nabijheid der cel reeds weder duidelijk, terwijl op eenigen afstand nog de beide banden van den O-hgb zichtbaar zijn: een zeer aanschouwelijk bewijs, dat de groene cellen in het duister zuurstof verbruiken en wel meer dan het bloed zelf.

De scherpte en het althans betrekkelijk lang onveranderd blijven der grens van veneuse en arterieele kleur, ook bij eenigszins gewijzigde verlichting, deden hopen, dat de methode bijzonder geschikt zoude zijn om het ongelijk effect der verschillende stralen van het spectrum op de O-uitscheiding onmiddellijk aanschouwelijk te maken. Die verwachting werd niet beschaamd.

Spreker projicieerde op een onder 't dekglas in veneus bloed geplaatsten Spirogyradraad een spectrum van ongeveer 1 cM. lengte, afkomstig van een Sugg'schen gasbrander van omstreeks 50 kaarsen lichtsterkte. Na 15 minuten was er een duidelijk effect zichtbaar: de grenslijn tusschen arterieele en veneuse kleur begon op die plaats van den draad, die in 't uiterste zichtbare rood had gelegen, zich van den draad als van een abscis te verheffen, bereikte haar grootsten afstand (omstreeks 1 mM.) reeds in het rood, ongeveer bij C, en daalde van hier vrij spoedig, totdat zij in 't begin van 't groen den draad weder bereikte.

In het spectrum van direct zonlicht kon spreker wegens den aanhoudend bewolkten hemel nog slechts zeer weinige proeven nemen. Toch heeft hij reeds met volkomen duidelijkheid kunnen vaststellen, dat de meer breekbare stralen hier relatief sterker werken dan in gaslicht. Het maximum lag bij het gebruik van Spirogyra, bij niet te groote spleetwijdte, steeds ongeveer in 't midden van 't zichtbare rood, niet in 't oranje of geel. Zeer zwak, nooit sterker dan in 't blauwgroen of blauw, was het effect in 't groen tusschen D en E. Tweemaal was er duidelijk een tweede, kleiner

maximum in 't blauwgroen zichtbaar. Nog in 't violet werd een zwak effect waargenomen.

Spreker twijfelt er niet aan of ook planten met rood, geel, bruin enz. chromophyll, zullen op deze wijze karakteristieke »haematospectrogrammen" der zuurstofuitscheiding geven. Ook de methode der successive waarneming, bij de bacteriënmethode door spreker gevolgd, zal kunnen toegepast worden en ook op die wijze het verband tusschen assimilatorisch effect en golflengte der stralen tot op zekere hoogte quantitatief worden aangetoond. Nadere mededeelingen hieromtrent behoudt spreker zich voor.

In de derde plaats demonstreert spreker een nieuw werktuig: den *Polyrheonoom*, bestemd om intensiteitsveranderingen van een galvanischen stroom voort te brengen van elken gewenschten vorm, elke grootte, elken duur en elke frequentie. Het doel wordt bereikt door wisselende samendrukking der koolplaatjes van spreker's koolrheostaat (zie Proces-Verbaal der zitting van 26 Februari 1887), door middel van een roteerend excentriek, eventueel van een stemvork, een trillende snaar, een zich samentrekkende spier enz. De rheostaat wordt in de hoofdleiding of als nevensluiting ingelascht, of ook — waar de schommelingen van de intensiteit nul dienen uit te gaan — in één der takken der brug van WHEATSTONE opgenomen. Ter controle worden de compressies rechtstreeks geregistreerd en de correspondeerende intensiteitsveranderingen volgens de methode van den differentiaalrheotoom onderzocht of autophotographisch met behulp van den capillairelectrometer geregistreerd.

Spreker heeft den polyrheonoom vooral geconstrueerd met het oog op de vraag, welken invloed de *vorm* der electrische prikkeling op het effect in het geprikkelde orgaan heeft. Die vraag, voor de leer van de specifieke energiën, van de identiteit der zenuwen en in andere opzichten belangrijk, zal nu in haar geheelen omvang kunnen onderzocht worden. Ook voor andere doeleinden zal de polyrheonoom kunnen dienen, bijv. in verband met den telephoon tot het onderzoek van het verband tusschen timbre en phasenverschil, enz.

— De Heer VAN DER BURG, correspondent der Afdeeling, biedt voor de boekerij der Akademie aan het 2de deel van zijn werk, getiteld: »De geneesheer in Nederlandsch-Indië" en vestigt daarbij de aandacht: aan de eene zijde op de vele belangrijke ziektevormen, welke tusschen de keerkringen in Azië inheemsch zijn of daar bij voorkeur woeden, en aan den anderen kant op het gebrek aan bescheiden, daarover door Nederlandsche geneeskundigen in het licht gezonden. Het laatste, in de Nederlandsche taal geschreven, werk toch over die ziekten, dagteekent van het jaar 1650. De spreker hoopt, dat de thans door hem openbaar gemaakte studiën anderen mogen opwekken zijn voorbeeld te volgen, en dat de belangstelling in de tropische ziekten van de zijde der heeren geneeskundigen eene nieuwe aera te gemoet moge gaan.

— De Heer SCHOLS biedt, uit naam van den Heer VAN DEN BERG, het volgende korte opstel aan:

Reeds vroeger hield ik mij herhaaldelijk bezig met het opsporen van het meetkundig verband tusschen de wortelpunten eener vergelijking en die van hare afgeleide.

Een eerste opstel over dit onderwerp, handelende onder anderen over het geval van drie willekeurig gegeven enkelvoudige wortelpunten, plaatste ik in het *Nieuw Archief voor Wiskunde*, Deel IX, Stuk 1, 1882, blz. 1—14 en blz. 60; een tweede, hoofdzakelijk over het geval dat de in willekeurig aantal gegeven wortelpunten enkelvoudige zijn en tevens de hoekpunten van een zoogenaamden halfregelmatigen (dat is, projectie van een regelmatigen) veelhoek, in Deel XI, 1884, blz. 153—186; terwijl ik sedert een derde opstel inzond, over het geval dat de gegeven wortelpunten in de hoekpunten van eenigen in en om eene kegelsnede passenden veelhoek vallen, maar tevens zoodanige veelvoudige wortelpunten zijn dat de graden van veelvoudigheid of de zoogenaamde magten van elke twee opvolgende dier punten zich verhouden als hunne afstanden tot het tusschenliggend raakpunt, welk laatste opstel vermoedelijk in Deel XV, 1888 of 1889 van hetzelfde tijdschrift zal opgenomen worden.

Thans heb ik bevonden, dat de in al die bijzondere gevallen bestaande betrekkingen tusschen den stand der gegeven en dien der afgeleide wortelpunten vervat zijn in de volgende voor het algemeene geval geldende stelling:

De wortelpunten der afgeleide van eene vergelijking, die n gegeven wortelpunten ieder met eene gegeven magt heeft, zijn — boven en behalve die gegeven wortelpunten zelve ieder tot ééne magt lager — de $n-1$ brandpunten van eene kromme der $(n-1)^e$ klasse die zich zóó laat bepalen dat zij ieder der $\frac{n(n-1)}{2}$ zijden van den volledigen n-hoek der gegeven wortelpunten raakt in het afgeleide wortelpunt van hare beide eindpunten, dat is in het punt dat die zijde indeelt in reden van de magten in hare eindpunten.

Dezelfde punten dus, die voorkomen in de analytische beteekenis van afgeleiden van gegeven wortelpunten, en in de statische beteekenis van evenwigtspunten voor krachten gerigt naar de gegeven wortelpunten en evenredig aan de magten van en aan de omgekeerde afstanden tot deze punten, komen tevens voor in de meetkundige beteekenis van brandpunten eener kromme die op eenvoudige wijze door de gegeven wortelpunten en hunne magten bepaald is.

De eer hebbende, deze uitkomst voorloopig aan de Akademie mede te deelen, stel ik mij vóór het bewijs daarvan met eenige nadere uiteenzetting als Naschrift toe te voegen aan mijne laatstgenoemde voor het *Nieuw Archief voor Wiskunde* ingezonden bijdrage.

— De Heer Bierens de Haan biedt, ter opneming in de werken der Akademie, eene verhandeling aan van den Heer Dr. G. Schouten, leeraar aan de H. B. S. te Amsterdam: »De regel voor den baanvorm en de eigenschappen der centrale bewegingen graphisch toegelicht". De Voorzitter wijst de Heeren Korteweg en Schoute aan, om daarover in de Januari-Vergadering rapport uit te brengen.

— Voor de boekerij der Akademie wordt aangeboden:

Waterbouwkunde door HENKET, SCHOLS en TELDERS. Tweede deel Afd. XIII, 2de afl. en Afd. XI, 5de afl.

— De Heer J. A. C. OUDEMANS verklaart zich bereid, den brief van wijlen den Heer STAMKART, waarvan de publicatie in de Verslagen en Mededeelingen door den Heer DONDERS in de November-Vergadering verlangd werd, voor dit doel af te staan, maar alleen onder voorwaarde, dat een drietal brieven van hemzelven aan den Heer STAMKART, anterieur aan het hierboven bedoelde antwoord, mede openbaar gemaakt, en daarenboven eene door hem voorgelezen Verklaring aan een en ander worde toegevoegd. Daar niemand der leden hiertegen bezwaar heeft, wordt besloten aan den wensch van den Heer OUDEMANS gevolg te geven.

— Daar er verder niets te verhandelen is, sluit de Voorzitter de Vergadering.

BRIEFWISSELING

TUSSCHEN DEN

HEER J. A. C. OUDEMANS EN WIJLEN DEN HEER STAMKART, IN 1872 EN 1873.

OUDEMANS aan STAMKART.

Batavia 4 Augustus 1872.

Hooggel. Heer en Vriend!

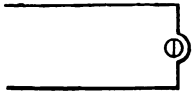
U zult zeker wel eenigszins nieuwsgierig zijn naar den basistoestel, die verleden jaar in November hier is aangebracht; omgekeerd ben ik zeer nieuwsgierig naar de details en uitkomsten van de door U en de H.H. COHEN STUART en MATTHES uitgevoerde vergelijkingen. Ik zal nu aan Uwe nieuwsgierigheid voldoen, in de hoop dat U mij ook spoedig datgene zult mededeelen, waarop ik uit den aard mijner verhouding tot den toestel prijs stel.

U zult u herinneren, dat U in Junij 1871 eene beknopte beschrijving van de verschillende stukken van den toestel hebt op schrift gesteld, die mij tegelijk met het bericht van de verzending van den toestel geworden is. Ik ben u zeer voor die beschrijving dankbaar, die mij van veel gemak geweest is.

Tot het ontpakken van den toestel ben ik eerst in Juni l.l. kunnen overgaan. Ik heb den comparateur in mijne woning opgesteld, en de kisten en inhoud onder eene loods op mijn erf geborgen. Deze week zullen de vergelijkingen, hoop ik,

beginnen van de deelen van de viermeterstaaf I met den normaalmeter. Tot nog toe heb ik de schroeven der mikrometers van den comparateur onderzocht. Ik vind hiervan in uwe berichten geene vermelding *), bij de *vergelijkingen* geloof ik dat die niet verwaarloosd mogen worden; bij de metingen op het terrein kan men nog beweren, dat de verplaatsingen, waarvan geene rekenschap genomen kan worden, te groot zijn, om op zulke kleinigheden te letten; maar bij de vergelijkingen, met mikroskopen als deze, geloof ik dat zij wel in aanmerking kunnen komen. Als ik mij wel herinner (mijn journaal heb ik op dit oogenblik niet bij mij), is de m.fout eener aflezing op eene deelstreep $\pm 0^{\mu},4$; voor de grootste correctie bij schroef I vind ik 0,39, en voor die van schroef II (van het rechtsche mikroskoop) zal zij wel 1,5 deeltje bedragen †). Ook de verdeelingen ben ik van plan alle afzonderlijk na te gaan; zij zijn ongelijk, en niet vrij van fouten; zoo u dit ook gedaan hebt, ben ik nieuwsgierig of onze resultaten overeen uitkomen §).

Ten einde de fout, waarvan U melding maakt, ontstaande door het scheef staan der aanzetcylindertjes, te ontgaan, heb ik nieuwe laten maken, van dezen vorm; ik heb ze juist t'huis gekregen. MAYR, de horlogiemaker, heeft ze gemaakt; de afstand der middelpunten van beide gaatjes zal slechts iets



*) Mijne bedoeling was een onderzoek naar gang en naar periodieke ongelijkheid. Te Amsterdam lieten, zooals uit de papieren der commissie gebleken is, de leden COHEN STUART en MATTHES de directie der metingen geheel aan STAMKART over; de gangen der mikrometerschroeven werden eens voor al vóór de waarnemingen bepaald; die van het eene mikroskoop werd, wegens haar gering bedrag, verwaarloosd, die van het andere met een verkeerd teeken toegepast. Dit werd eerst gemerkt toen alle metingen, ook de basismeting in de Haarlemmermeerpolder, herleid waren. Van hier de noodzakelijkheid eener overrekening, die eerst 10 of 12 jaar later door STAMKART aan den Heer VAN HEES werd opgedragen. De periodieke fouten der mikrometerschroeven werden te Amsterdam niet onderzocht.

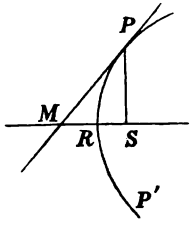
†) Een deeltje der mikroskooptrommels = 1 mikron.

§) Ook deze fouten der verdeelingen werden te Amsterdam niet onderzocht.

grooter zijn dan bij de uwe, nl. 0,6 mm. De spinragdraden in die van U waren mij te fijn, ik kon ze tusschen de draden der mikroskopen ter nauwernood onderscheiden, en heb ze daarom dadelijk door cocondraden eener rups vervangen, die zich zeer aangenaam lieten instellen, ongeveer even als de verdeeling van den normaal.

Zoowel voor de vergelijking, als voor de meting op het terrein worden al de meetstaven (d. i. hunne kokers), met een overtrek van wollen deken, drie laag dik, bedekt; ik hoop dat dit de gelijkmatige verandering voor temperatuur bevorderlijk zal zijn.

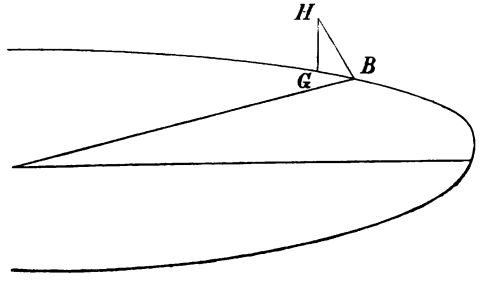
Meer heb ik nog niet te vertellen, maar wel heb ik u wat te vragen. 1°. Op blz. 18 van uw beknopt overzicht staat woordelijk het volgende: dan is het gepolijste vlakje MP een raakvlak aan dien bol en dan is



$$MS = 0{,}0050 \text{ mm.}$$
$$RS = 0{,}0003 \text{ »}$$
$$\text{dus } MR = 0{,}0047 \text{ mm.}$$

Hier begrijp ik niets van. PS is slechts zeer klein, volgens U zelf 0,75 mm. (hetgeen ik ook niet begrijp) en als de helling MPS zoo klein is als hier, is mijns inziens $MR = RS$. Gaarne had ik hierover eenige nadere opheldering.

Volgens mijne opvatting is de zaak aldus. Laat dezen kring den horizon voorstellen, B de richting der as van den normaal, H de richting van de loodlijn op het stalen vlakje, dan is volgens uwe opgave



$$BG = 0°14'$$
$$GH = 0\ 23\ 50''.$$

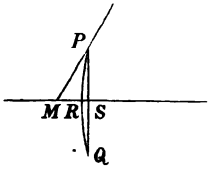
$$\text{Dus } \angle BHG = \text{boog } tg \frac{14'}{23'50''} = \frac{84}{143}$$

dus volgens deze berekening: . . . . $BHG = 30°26'$,
volgens U 57 53,

hetgeen dus in het geheel niet klopt.

2°. $BH = 23'50''$ sec. $30°26' = 1658'',2$
$= 27'38''$.

Maar dit zou, op een bol, waarvan de straal $= 1000$ mm. is, 8,04 mm. representeeren, terwijl de straal der vlakte, aan het uiteinde der glazen el, die mij berust, slechts 1,25 mm. is. Dus de glazen el raakt het stalen vlakje met den kant van die vlakte. Indien nu Uwe glazen el even groote eindvlakken heeft, dan is



$$PS = 1{,}25$$
$$RS = \frac{1{,}25^2}{2000} = 0.00078$$

en $MS = PS\ tg\ 27'38''$
$= 0{,}01005$

dus $MR = 0{,}00927$.

Al neem ik nu aan $PS = 0{,}75$, dan kom ik er nog niet. Er moeten, dunkt mij, fouten in het overschrijven gemaakt zijn. In het door mij ontvangene staat $BAG = 0°14$. Is dit $0°14'$ of $0°,14$ of $0°1',4$??? Voorts gis ik dat de woorden: »dan is het gepolijste vlakje MP een raakvlak aan den bol", moet gelezen worden *geen* raakvlak aan den bol. Gaarne zag ik dus hieromtrent inlichting te gemoet.

Ik heb ook, reeds lang, naar nadere details en uitkomsten van al de vergelijkingen met den platinameter en met den normaal uitgezien en hoop die spoedig te ontvangen. Anders kunnen wij onze basis ook niet reduceeren. Bij het opzenden van het Proces-Verbaal van bevinding van den toestel heb ik officieel ook verzocht dat U uitgenoodigd zoudt worden, de beloofde getallen mede te deelen. Maar ook, ik geloof dat ik geen buitensporig verzoek doe als ik een volledig afschrift van al de waarnemingen en berekeningen verzoek, die tot het vaststellen dezer grootheden

gediend hebben. Had ik ze nu reeds, dan zouden zij mij misschien ten gids kunnen zijn, doch ik moet mij nu maar zelf zien te helpen. Behalve dien, de getallen moetende overnemen, moet ik ook geheel op de hoogte zijn, hoe zij verkregen zijn.

Eene zaak heeft mij verwonderd, nl. dat U geen ander verdeelingsglaasje in de plaats van het derde in Staaf II hebt laten maken. De teekening van de afschilfering, in uwe beschrijving, is veel te gunstig. Ik geloof niet dat met die streep goede vergelijkingen te maken zijn. Slechts het uiterste uiteinde is er van zichtbaar.

Nog heb ik U eene tweede mededeeling te doen. De thermometers 2, 5, 6 en 8, hebt u eenige malen vergeleken met een thermometer van Felix, afkomstig van Greiner. Hebt U dien thermometer op zijn kookpunt in een' toestel volgens Regnault en op zijn vriespunt in gestooten ijs, waarvan het water wegloopt, geverifieerd? Ik krijg met een *wel* aldus geverifieerden thermometer van Fastré, behoorende aan het magn. en met. observatorium, geheel andere uitkomsten als U, en de Heer Bergsma heeft ook de ondervinding opgedaan dat alle thermometers, die hij van den besten Greiner uit Berlijn had, een foutief kookpunt hadden. Het verschil bedroeg omtrent 2° C. Ik heb ze met de uiterste zorg met Fastré vergeleken; moet alleen nog de vergelijking bij 35° C. overdoen, en uit curiositeit ook nog bij 5° en 10°, ook wil ik *zelf* het kookpunt van Fastré nog eens bepalen, om niet van een ander afhankelijk te zijn. Maar dit is zeker dat ik andere, en veel regelmatiger getallen krijg dan U. Dit moet natuurlijk invloed hebben op de door U bepaalde uitzettingscoëfficiënten, die nu niet gelden voor 1° C., maar 1° Greiner.

Zoodra ik met mijne vergelijkingen definitief gereed ben, zal ik U de resultaten zenden. Wellicht de volgende mail. Ik hoop op spoedige rescriptie.

Geloof mij met achting en vriendschap

Geheel den Uwen

Oudemans.

Batavia, 15 September 1872.

Hooggeachte Vriend!

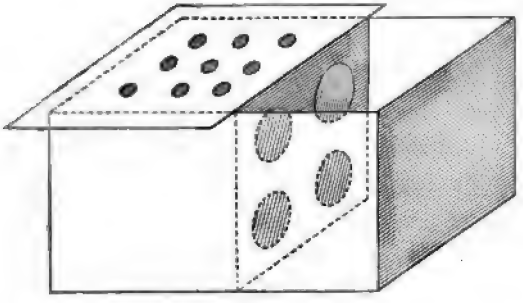
Hieronder het beloofde staatje bevattende de correcties der thermometers. Ik geloof dat de daar opgegevene getallen de onder de gegevene omstandigheden hoogst mogelijke nauwkeurigheid hebben.

Ik heb de waarde van 1° Fastré zelf bepaald, en eene waarde gekregen ongeveer $\frac{1}{330}$ grooter dan de heer BERGSMA, volgens mijne bepalingen is nl. 1° Fastré:

1e	bepaling,	10 Sept.	0°,19468	gemiddeld 0°,19468
2e	»	14 „	0 ,19470	
3e	»	(heden)	0 ,19465	

Dus dat klopt goed. Het kookpunt werd in een toestel van REGNAULT bepaald; barometer en thermometer aan den barometer opgeteekend, daarnaar het kookpunt aangenomen volgens REGNAULT zelf; (DOVE und MOSER *Repertorium der Physik*, 1e Band, blz. 21 is van 100°,00 tot 99°, 80 C foutief, zoo als eene inspectie der differenties dadelijk aantoont. Bij 99°, 90 is nl. 1m te weinig aangezet). Daarna onmiddellijk nulpunt bepaald in eene filtreerkan met gestooten ijs, zoodat het water geregeld kon afloopen. Tegen die methode zult u, geloof ik, wel niets hebben.

Voorts geschiedden de bepalingen in Juli in den waterbak, behoorende bij den basistoestel, waarin 20 kan water gaat, in September daarentegen in een kleineren, waarin 10 kan water gaat, maar die daarentegen door een watten overtrek en een houten buitenbak ook zeer langzaam afkoelt. Op den bak was eene dekplaat met cirkelvormige openingen, waarin kurken pasten, waardoor de thermometers staken; tevens was er gelegenheid tot omroeren, met een plankje, zonder de thermometers te beschadigen.



De opgegevene getallen zijn de uitkomsten van 10 vergelijkingen; die met een (*) voorzien zijn, van ongeveer 20. Alleen de 1e vergelijking van N°. 2 op 35° is verworpen. Deze week af en was verdacht, daarom heb ik de vergelijking op die temperatuur even als op 5° en 10° nu overgedaan. De afwijking van N°. 6 op 35° werd beide keeren gevonden. Gemakshalve heb ik de uitkomsten gereduceerd op aflezingen van volle vijf graden. De oorspronkelijke kwamen hier *nagenoeg* mede overeen.

	N°. 2.	5.	6.	8.
Nulpunt	0°,48	0°,48	0°,35	0°,60
(herhaaldelijk bepaald)				
dus op dit punt corr.	— 0 ,48	— 0 ,48	— 0 ,35	— 0 ,60
» 5° (*) »	— 0 ,41	— 0 ,48	— 0 ,30	— 0 ,55
» 10 (*) »	— 0 ,37	— 0 ,47	— 0 ,27	— 0 ,45
» 15 »	— 0 ,23	— 0 ,45	— 0 ,21	— 0 ,42
» 20 »	— 0 ,17	— 0 ,44	— 0 ,17	— 0 ,33
» 25 »	— 0 ,08	— 0 ,37	— 0 ,11	— 0 ,21
» 30 »	— 0 ,04	— 0 ,33	— 0 ,04	— 0 ,16
» 35 (*) »	— 0 ,04	— 0 ,19	+ 0 ,16	— 0 ,02

De 4 meterstaaf N°. II, is vergeleken, nl. elke meter om de 2 uur, gedurende een etmaal, dus 12 maal, elke keer Staaf Normaal S N S N S en telkens, behalve ijzerstreep, 2 zinkstrepen instillende. De staaf N°. I is nu aan de beurt, maar wij zullen liever alle uur vergelijken, en dan alleen S N S N S, en ééne zinkstreep in plaats van twee, dan is

het geheele werk nog iets minder, $\left(\frac{20}{21}\right)$ van vroeger, en ik ben overtuigd dat de nauwkeurigheid grooter zal zijn.

Wij hebben nog al moeite gehad eer de kast van den comparateur *) absoluut vast stond. Eindelijk ben ik er in geslaagd, door onder de hoeken balken recht overeind te zetten, waarop de kast bijna, d. i. op een paar ^{mm} na, rust, en er dan spieën tusschen te steken. Nu staat zij onwrikbaar, en kunnen wij bij het aflezen gerust op de kast leunen. Ook komen de staven, na heen en weder rollen, bijna volkomen op dezelfde plaats terug, hetgeen vroeger het geval niet was.

Adieu! hopende spoedig wat van u te vernemen, noem ik mij steeds

Uwen Dr. en Vriend
OUDEMANS.

---

*) Te Amsterdam was, zooals ik na mijne terugkomst uit Java vernam, de mahonihouten kast, die de heeren REPSOLD bij den comparateur hadden geleverd, om hem voor storende warmte-invloeden te beschutten, door de Akademische Commissie niet gebruikt, en de comparateur onbedekt tegen den achtermuur der linker-beneden-achterkamer van het Trippenhuis geplaatst, om voor de metingen van het licht, dat door de vensters viel, gebruik te maken.

Deze handelwijs kan niet goedgekeurd worden. Vooral in den winter veroorzaakt elk venster nederdalende luchtstroomen, gewoonlijk „tocht" genoemd, die bij alle vergelijkingen met een comparateur zorgvuldig moeten vermeden worden, daar men in die omstandigheden zeker kan zijn dat de thermometers, die bij de meters liggen, niet de temperatuur aangeven der meters zelve.

Evenzoo werkt de warmte, die van het lichaam des waarnemers uitstraalt, nadeelig; zelfs bij het gebruik van de kast om den comparateur toonen de thermometers dikwijls binnen weinige minuten eene rijzing van $0^{\circ},02$ of meer, en de twijfel ontstaat dadelijk, of de meter waarop hij ligt, aan die rijzing deelneemt. Het is daarom zaak de meting zoo snel mogelijk te doen afloopen, en niet in het vermeerderen van het aantal comparaties achter elkander, eene vermeerdering van nauwkeurigheid te beoogen.

Te Batavia en te Utrecht is bij de metingen de kast altijd om den comparateur geweest. In de verlichting werd door lampen en reflectoren voorzien.

J. A. C. O.

Batavia 4 November 1872.

Hooggel. Heer en Vriend!

Hoewel ik geloof in alle billijkheid eene spoedige voldoening aan mijn zoowel officieel als particulier geuit verlangen te mogen gemoet zien, vermeen ik toch u nu reeds op nieuw lastig te mogen en moeten vallen, om, (mocht u met het mij toegedachte nadere bericht nog niet gereed zijn,) toch liefst per ommegaande eenige opheldering te mogen erlangen omtrent het volgende:

a) Uit het Proces-Verbaal 27 Juni 1868, leid ik als eindresultaat der 3 waarnemers af

Normaal	= P_7	+ 40,4	+ 0,5618 (Nz — Ny)	
P_7	= P_0	+ 67,0	(V. en M. Deel VII)	
P_0	= Prot.	— 0,7	(» »)	
N	= Prot.	+ 106,7 mmm	+ 0,5618 (Nz — Ny)	

b) Uit het manuscript, ontvangen met den basistoestel ontleen ik

N	= G_{20}	+ 15,0	mmm + enz.	
G_{20}	= G_0	+ 163,3		
G_0	= a_0	+ 0,8		
a_0	= P_0	— 0,5		
P_0	= Prot.	— 0,7		
N	= Prot.	+ 177,9	mmm + enz.	

c) Uit het *Jahresbericht* 1870:

N	= Van Swinden$_0$	+ 175	mmm	
V. Sw$_0$	= a_0	+ 6,14		
a_0	= P_0	— 0,5		
P_0	= Prot.	— 0,7		
N	= Prot.	+ 179,04	»	+ enz.

De twee laatste komen op 2 mmm met elkander overeen, dat ik echter, in acht nemende dat de glazen ellen en de el van Van Swinden beide eindmaten zijn, wel wat veel vind; maar het eerste resultaat wijkt 72 mmm hiervan af!

Het verwondert mij dat u in het mij toegezondene manuscript niets gezegd hebt ter opheldering van dit verschil, en hoop spoedig die opheldering te ontvangen.

Wij hebben nu vergeleken:

de 4 ellen van Staaf II, 12 maal met de normaal, elke keer S N S N S N S, (om de twee uur)

Daarop gebruik makende van de opgedane ondervinding:

de 4 ellen van Staaf I, 24 maal S N S N S
Staaf III » » »
Staaf IV » » »
Staaf II — Staaf I » » » } ijzeren mikr. drager links; houten dito rechts; dwarsbalk gebruikt.
nog eens » » » » »
(Met meer voorzichtigheid
de 4 ellen van Staaf II » » »
Ten 3e male II — I » » » (houten mikroskopendrager links (met gewichten bezwaard); ijzeren dito rechts, verbindingsbalk niet gebruikt).

Deze laatste serie geeft prachtige overeenkomsten. Zoodra de uitkomsten gereed zijn, zal ik u die mededeelen, maar hoop nu ook op eene spoedige mededeeling van Uwe zijde. Ik moet nu met de vergelijkingen met de glazen el N°. 3 beginnen, of wel ook proeven doen om de relatieve uitzettings-coëfficiënten te bepalen, maar ik zou zeker veel beter kunnen beoordeelen, wat het meest gewenscht was, indien ik, al was het dan maar een verkort bericht had van de in Nederland verrichte metingen.

De invallende westmousson verhindert toch om nu de basismeting te beginnen. Ik kan mij niet goed voorstellen, hoe u er toe komen komen kunt, mij niets van die bepalingen en metingen mede te deelen. Het is toch anderhalf jaar geleden dat u de toezegging deed, en het spreekt van zelf dat de in Nederland bij de metingen opgedane ervaring ook mij te stade kan komen. Het kon bijv. ook zijn dat de bepalingen a costi vericht, zoo afdoende waren, dat hier geene herhaling noodig was, ofschoon het bovengenoemde proces-verbaal dit niet bevestigt. In alle geval ben ik in het onzekere!

Ik zond u onlangs eene kleine verhandeling over een geodesisch probleem; *) ik geloof daarmede eene lacune aangevuld te hebben. Het komt voor als de topografen signalen gebruiken, die niet tot denzelfden driehoek behooren.

Spoedig eenig antwoord te gemoet ziende, als altijd, met achtig en vriendschap

geheel de uwe
OUDEMANS.

STAMKART aan OUDEMANS.

Delft, 8 Februari, 1873.

Geachte Heer en Vriend!

(I) Honderd en meer verontschuldigingen moet ik maken wegens mijn lang stilzwijgen, op Uwe brieven. De eerste zoude ik spoedig beantwoord hebben, indien ik slechts eenigen tijd gehad had de verificatiën na te zien, die in der tijd gedaan zijn. Er ontbreekt echter aan eene overrekening van meerdere waarnemingen, waaromtrent eerst te laat ontdekt is, dat eene correctie met verkeerd teeken is toegepast, betrekking hebbende op het Mikroscoop Regts. Toen de basistoestel van hier zoude vertrekken, dacht ik de overrekening spoedig te doen plaats hebben, maar daartoe is het niet gekomen, anders zoude ik al eerder U nadere inlichtingen gegeven hebben.

(II) Wij hebben bij die verificatiën zeer getobd, waarvan de voornaamste reden, naar ik mij herinner, gelegen zijn zal, in de niet zuivere getrokken strepen op onze platina

---

*) Over de oplossing van het vraagstuk, uit de breedten en het lengteverschil van twee plaatsen op den aardbol haren afstand en de wederkeerige azimuthen te berekenen, (geplaatst in het XXXII Deel van het Natuurkundig Tijdschrift voor Ned. Indië.)

El. De toestel was te zwaar om naar boven op den zolder gebragt te worden, waar wij waargenomen hebben. De vergelijkingen hebben dus plaats gehad in een benedenkamer van het Trippenhuis, uitziende op den tuin. De verlichting was hier evenwel niet zoo goed als boven, het licht viel niet van regts en links, gelijk op de verdeelstrepen van de platina el. De vergelijking met de El van VAN SWINDEN is evenwel de beste, en de beide vergelijkingen in Uwe jongste letteren, waarvan de uitkomsten zijn

$$N = \text{prototype} + 177{,}9 + \text{etc.},$$
$$\text{en } N = \text{prototype} + 179{,}94 + \text{etc.},$$

zijn het meest te vertrouwen en behoudens narekening goed.

(III) Toen Uw eerste brief kwam, was ik op het punt om naar Parijs te vertrekken, als afgevaardigde met Dr. BOSSCHA, tot de metercommissie (International), waarvan gij zeker kennis draagt, en ik stelde het U te geven antwoord uit, totdat ik zoude terug gekomen zijn, en na de terugkomst, was een en ander opgeloopen, zoodat ik geen tijd heb kunnen vinden, de verificatie na te zien, schoon ik zeer er naar verlang dit te kunnen doen.

(IV) Het resultaat der conferentie te Parijs is, dat zeker niet spoedig, maar toch binnen eenige jaren, in Europa verspreid zullen zijn Meters van Platina à traits, met de meeste mogelijke zorg vergeleken met de Mètre des Archives. Tot zoo lang zal de juiste lengte van den meter onbekend blijven. De vergelijkingen van onzen platina, in 1838, met den Mètre des archives heeft weinig waarde. Ik vertrouw veel meer op den ouden ijzeren meter van VAN SWINDEN, maar toch het is vooreerst nog een onbekende.

De normaal meter van REPSOLD zal waarschijnlijk nader komen aan den Duitschen meter, die afgeleid is van de Toise van BESSEL. Ik zal daarom trachten onze glazen el vergeleken te krijgen met den duitschen meter, ten einde zoo mogelijk spoediger in het bezit van de in Duitschland gebruikte lengtemaat te komen, dan over de jaren, wanneer denkelijk eerst de Platina meters uit Parijs beschikbaar

zullen komen, want uit overgroote zorg om nauwkeurig te zijn heeft de Internationale Commissie te Parijs zulk een massa waarnemingen verordend, dat het einde er van niet te voorzien is.

De meters zullen zijn van Platina 90 pCt. met 10 pCt. Iridium. De doorsnede zal eene gedaante hebben, gelegen tusschen een *X* en een *H*; ⋊ — een uitvinding van den heer Tresca. De ongedrukte vezel zal gelegen zijn in het bovenvlak van het middelschot.

(V) Ik hecht het meest aan de vergelijkingen van den normaalmeter, met de glazen el die door U zal gedaan worden, om de overeenkomst te zien met mijne vergelijking met de glazen el alhier, en ik vertrouw en hoop dat het vrij wel sluiten zal.

In elk geval zal de lengte der gemeten basis, en den door U te meten grondlijnen eerst definitief aangewezen kunnen worden als de ware meter bekend is.

Ik dank U zeer voor Uwe verhandeling die ik zeer toejuich, volgens een eerst doorloopen. Gezet nagaan mogt ik nog niet. Ik ben bepaald voornemen spoedig nader, en meer zakelijk te schrijven *). Geloof vooral dat het mij niet hapert aan goeden wil, en ontvang de verzekering van hoogachting en vriendschap van

T. T.

F. J. Stamkart.

---

*) Dit nader schrijven is nooit door mij ontvangen.

J. A. C. O.

VERKLARING.

De ondergeteekende, overgelezen hebbende zijne drie brieven aan den heer STAMKART, gedateerd Batavia 4 Augustus, 15 September en 4 November 1872, en het antwoord van den heer STAMKART van 8 Februari 1873,

overwegende, dat in de 1ste en 3de alinea van laatstgenoemden brief speciaal zijn *eerste* brief genoemd wordt, in de 2de alinea zijn *jongste* brief, dien de heer STAMKART den 15 December moet ontvangen hebben,

verklaart die 2de en de 5de alinea aan te zien als antwoord op dien jongsten brief (van 4 November 1872) althans als al, wat de heer STAMKART toen op dien brief wist te antwoorden,

verder gelezen hebbende de nota van den heer DONDERS, voorgelezen in de vergadering ven 26 November,

verklaart geene aanleiding te vinden een enkel woord terug te trekken van hetgeen voorkomt, in zijn Verslag: die Triangulation von Java, 1ste Abth. blz. 64, speciaal: *Prof.* STAMKART *glaubte hauptsächlich die schlechte Beleuchtung der Endstriche des Platinmeters verdenken zu müssen*,

en dit te minder, daar de heer STAMKART, meermalen met den ondergeteekende over dit gedeelte van zijn verslag gesproken hebbende, op de aangehaalde zinsnede nooit eenige aanmerking heeft gemaakt.

24 December 1887. J. A. C. OUDEMANS.

VERKLARING

VAN DEN HEER

DONDERS.

(Voorgelezen in de Vergadering van 26 November 1887).

In den brief van den Heer STAMKART is sprake van vergissing in de berekening en van overrekening, voorts van onvoldoende verlichting, in het algemeen; maar een antwoord op de vraag, waaraan een afwijking van 72 microns zou zijn toe te schrijven, vindt men er niet, — wel een verklaring, dat »het zijn bepaald voornemen is, spoedig na»der en meer zakelijk te schrijven."

Het geheel bevestigt de onderstelling, in mijn repliek (Verslagen en Mededeelingen IV, bl. 175 e. v.) uitgesproken.

OVERZICHT

VAN DE

BOEKWERKEN

DOOR DE

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN

ONTVANGEN EN AANGEKOCHT

1887—1888.

TEN GESCHENKE OF IN RUIL ONTVANGEN IN DE MAAND APRIL 1887.

NEDERLAND.

H. P. G. Quack. De Socialisten. Personen en stelsels. Amsterdam 1887. Deel II. St. 2. Owen en Fichte. 8°.

C. E. Daniëls. Histoire d'un livre. Z. p. en j. 8°.

Tijdschrift uitgegeven door de Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van Nijverheid. Haarlem 1887. 4e Reeks. Deel XI. N°. 3. 8°.

Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles. Harlem 1887. Tome XXI. Livr. 4. 8°.

Tijdschrift voor Nederlandsche taal- en letterkunde

uitgegeven vanwege de Maatschappij der Nederlandsche Letterkunde. Leiden 1884—1886. Jaarg. 4—6. 8°.

K. STALLAERT. Glossarium van verouderde rechtstermen, kunstwoorden en andere uitdrukkingen uit Vlaamsche, Brabantsche en Limburgsche oorkonden. Leiden 1886. Afl. 1—2. roy. 8°.
(Uitgegeven vanwege de Maatschappij der Nederlandsche Letterkunde te Leiden).

Catalogus der Bibliotheek van de Maatschappij der Nederlandsche Letterkunde te Leiden. 1887. Slotaflevering. roy. 8°.

Bijdragen tot de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië, uitgegeven door het koninklijk Instituut voor de taal,- land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië. 's Gravenhage 1887. 5de Reeks. Deel II. Afl. 2. 8°.

Tijdschrift van het koninklijk Instituut van Ingenieurs, 1886—1887. 's Gravenhage 1887. Afl. 3. 1ste gedeelte. Afl 4. 2de gedeelte. 4°.

Jaarboek van de koninklijke Nederlandsche Zeemagt. 1881—1882. 's Gravenhage 1883. 8°.

Werken van het historisch Genootschap te Utrecht. 1886—1887. Nieuwe Serie N°. 43—45. 8°.

Bijdragen en Mededeelingen van het historisch Genootschap. Utrecht 1887. Deel X. 8°.

A. F. HOLLEMAN. Onderzoekingen over het zoogenaamde β-nitrocymol. Gorinchem 1887. Academisch proefschrift. 8°.

Statistiek van het koninkrijk der Nederlanden. Nieuwe Serie. Staten van de in-, uit- en doorgevoerde voornaamste handelsartikelen gedurende de maand Februari 1887. 'sGravenhage 1887. fol.

Verzamelingstabel der waterhoogten langs de kusten van de Noordzee, Zuiderzee en de Nederlandsche rivieren, waargenomen in de maand December 1886. fol.

NEDERLANDSCH-INDIË.

Tijdschrift voor nijverheid en landbouw in Nederlandsch-Indië, uitgegeven door de Nederlandsch-Indische Maatschappij van nijverheid en landbouw. Batavia 1887. Deel XXXIV. Afl. 2. 8°.

Catalogus der Bibliotheek van 's Lands Plantentuin te Buitenzorg. Batavia 1887. 8°.

BELGIË.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des beaux-Arts de Belgique. Bruxelles 1887. 3e Série. Tome XIII. N°. 3. 8°.

G. VAN DER MENSBRUGGHE. Sur quelques effets curieux des forces moléculaires au contact d'un solide et d'un liquide. Bruxelles 1887. 8°.
(Extrait des Bulletins de l'Académie royale de Belgique. 3e S. Tome XIII).

J. DIRKS. Quatre énigmes. 8°.
(Extrait de la Revue belge de numismatique, Année 1887)

A. J. Wauters. De Vlaamsche schilderkunst. Gent 1887. Afl. 2. 8°.
(Uitgave van het Willems-Fonds, N°. 112).

FRANKRIJK.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Paris 1887. Tome CIV. N°. 13—16. 4°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Paris 1887. 3e Série. Tome XVII. N°. 13—16. 8°.

Bulletin de la Société mathématique de France. Paris 1887. Tome XV. N°. 2. 8°.

Bulletin de la Société philomatique. Paris 1886. 7e Série. Tome X. N°. 4. 8°.

Journal d'Hygiène. Paris 1887. 13e Année. Vol. XII. N°. 549—552. 4°.

L. Kamarowsky. Le tribunal international. Paris 1887. Ouvrage traduit par Serge de Westman et précédé d'une introduction par J. Lacointa. Paris 1887. 8°.

Bulletin de la Société Académique de Brest. 1885. 2e Série. Tome X. 8°.

Revue agricole, industrielle, littéraire et artistique de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de Valenciennes. Tome XXXIX. N°. 12—15. 8°.

GROOT BRITTANNIË EN IERLAND.

Monthly Notices of the royal astronomical Society. London 1887. Vol. XLVII. N°. 5. 8°.

Proceedings of the royal geographical Society. London 1887. New Series. Vol. IX. N°. 4. 8°.

Journal of the royal Asiatic Society of Great Britain and Ireland. London 1887. New Series. Vol. XIX. Part 2. 8°.

Journal of the royal microscopical Society. London 1887. 2d Series. Year 1887. Part 2. 8°.

OOSTENRIJK-HONGARIJE.

Lotos. Jahrbuch für Naturwissenschaft, herausgegeben im Auftrage des Vereines »Lotos". Prag 1887. Neue Folge. Band VII. 8°.

DUITSCHLAND.

L. Diemer. Das Leben in der Tropenzone speciell im Indischen Archipel. Nach Dr. van der Burg's »de geneesheer in Nederlandsch-Indië". Hamburg 1887. 8°.

Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft. Leipzig 1887. Jahrg. 22. Heft 1. 8°.

Zoologischer Anzeiger. Leipzig 1887. Jahr. 10. N°. 248 - 249. 8°.

Anzeiger des germanischen Nationalmuseums. Nürnberg 1886. Band I. Heft 3. roy. 8°.

Mitteilungen aus dem germanischen Nationalmuseum. Nürnberg 1886. Band I. Heft 3. roy. 8°.

Katalog der im germanischen Museum befindlichen Kartenspiele und Spielkarten. Nürnberg 1886. roy. 8°.

ITALIE

Atti della reale Accademia dei Lincei. Roma 1887. Serie 4a. Rendiconti. Vol III. Fasc. 4—5. (1° Sem. 4°.

Biblioteca nazionale centrale. Bollettino delle pubblicazioni Italiane. Firenze 1887. N°. 30—31. 8°.

Atti della reale Accademia delle Scienze. Torino 1887. Vol. XXII. Disp. 7—9. 8°.

ZWEDEN EN NOORWEGEN.

Astronomiska Jakttagelser och Undersökningar anstälda pa Stockholms Observatorium. Stockholm 1886. Bandet III. N°. 4. 4°.

H. Gylden. Recueil de tables contenant les développements numériques à employer dans le calcul des perturbations des comètes. Stockholm 1877. 4°.

———— Ueber die Bahn eines materiellen Punktes der sich unter dem Einflusse einer Centralkraft von der Form $\frac{\mu_1}{r^2} + \mu_2 r$ bewegt. Stockholm 1879. 4°.
(Kongl. Svenska vetenskaps-Akademiens Handlingar Bandet XVII).

———— Eine Annäherungsmethode im Probleme der drei Körper. 4°.
(Acta Mathematica. I).

———— Die Intermediäre Bahn des Mondes. Stockholm 1885. 4°.
(Acta Mathematica. Band VII).

———— Untersuchungen über die Convergenz der Reihen welche zur Darstellung der Coördinaten der Planeten angewendet werden. Stockholm 1887. 4°.
(Acta Mathematica. Band IX).

H. Gylden. Några nye utvecklingar af de elliptiska funktionerna. 8°.
(Ofversigt af kongl. vetenskaps-Akademiens förhandlingar 1886).

———— Integration af en icke-liniär differentialequation af andra ordningen. Stockholm 1886. 8°.
(Bihang till Svenska vetenskaps Akademiens handlingar. Band XII).

———— Platos saga om Atlantis. 8°.
(Ymer 1885).

RUSLAND.

Verslagen van het keiz. aardrijkskundig Genootschap. St. Petersburg 1887. Deel XXII. N°. 6. 8°.
(In het Russisch).

Bulletins du Comité géologique. St. Pétersbourg 1887. Tome VI. N°. 2—3. 8°.
(In het Russisch).

Mémoires de la Société des Naturalistes de Kiew. 1887. Tome VIII. Livr. 2. 8°.
(In het Russisch).

Meteorologische Beobachtungen des Tifliser physikalischen Observatoriums im Jahre 1885. Tiflis 1886. 8°.

H. Gylden. Versuch einer mathematischen Theorie zur Erklärung des Lichtwechsels der veränderlichen Sterne. Helsingfors 1880. 4°.

RUMENIË.

Dictionarul Limbei istorice si poporane a Romanilor de B. P. Hasdeu. Bucuresci 1887. Fasc. 4. roy. 8°.

Analele Institutului meteorologic al Romaniei, Bucuresci 1886. Tomul I. 4°.

AZIË.

Registers of original observations recorded at six stations in India, November 1886. fol.

Journal of the College of Science, Imperial University of Japan. Tokio 1886. Vol. I. Part 1. 4°.

Inhoud:

C. Sasaki. On the life history of Ugimya Sericaria, Rondani.
J. Ijima. Notes on Distoma endemicum, Ballz.
S. Sekiya. Comparison of earthquake diagrams simultaneously obtained at the same station by two instruments involving the same principle.
H. Muraoka. Ueber die Deformation der Metalplatten durch Schleifen.
B. Koto. A note on Glaucophane.
E. Divers. Mercury sulphites, and the constitution of oxygenous salts.
———— On the reduction of nitrites to Hydroxyamine by hydrogen sulphide.

AMERIKA.

Journal of the American medical Association. Chicago 1887. Vol. VIII. N°. 12—15. 4°.

Johns Hopkins University Circulars. Baltimore 1887. Vol. VI. N°. 56. 4°.

American chemical Journal, edited by Ira Remsen. Baltimore 1887. Vol. IX. N°. 1. 8°.

Johns Hopkins University Studies in historical and political Science. Baltimore 1887. 5th Series. N°. 4. 8°.

Revista do Observatorio, publicaçao do imperial Observatorio do Rio de Janeiro. 1887. Anno 2. N°. 2—3. 4°.

AANGEKOCHT.

Journal des Savants. Paris, Mars 1887. 4°.

Annales des Sciences naturelles. Paris 1887. 7e Série. Zoologie. Tome I. N°. 3—6. 8°.

Bulletin des Sciences mathématiques. Paris 1887. 2e Série. Tome XI. Avril. 8°.

Annales de Chimie et de Physique. Paris 1887. 6e Série. Tome X. Avril. 8°.

A. Laporte. Histoire littéraire du dix-neuvième siècle. Paris 1887. Tome III. Livr. 4. 8°.

The London, Edinburgh, and Dublin philosophical Magazine and Journal of Science. London 1887. 5th Series. Vol. XXIII. N°. 142—143. 8°.

Annals and Magazine of natural History. London 1887 5th Series. Vol. XIX. N°. 112. 8°.

Journal of Anatomy and Physiology normal and pathological. London 1887. Vol. XXI. Part 3. 8°.

Year-Book of the scientific and learned Societies of Great Britain and Ireland. London 1887. Year 1886. 8°.

Astronomische Nachrichten. N°. 2777—2781. 4°.

Göttingische gelehrte Anzeigen. 1887. N°. 5—6. 8°.

Arbeiten aus dem kais. Gesundheitsamte. Berlin 1887. Band II. Heft 1—2. 4°.

Veröffentlichungen des kais. Gesundheitsamtes. Berlin 1887. Jahrg. 11. N°. 13—16. 4°.

Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Berlin 1887. Band V. Heft 2. 8°.

Annalen der Physik und Chemie. Leipzig 1887. Neue Folge. Band XXXI. Heft 1. Beiblätter. Band XI. St. 4—5. 8°.

Zeitschrift für physikalische Chemie. Leipzig 1887. Band I. Heft 4. 8°.

Journal für Ornithologie. Leipzig 1886. Jahrg. 34. Heft 4. 8°.

Dingler's polytechnisches Journal. Stuttgart 1887. Band CCLXIII. Heft 13. Band CCLXIV. Heft 1—2. 8°.

Bibliothèque universelle et revue Suisse. Lausanne 1887. 3e Période. Tome XXXIII. N°. 99. 8°.

Archives des Sciences physiques et naturelles. Genève 1887. 3e Période. Tome XVII. N°. 4. 8°.

TEN GESCHENKE OF IN RUIL ONTVANGEN IN DE MAANDEN MEI EN JUNI 1887.

NEDERLAND.

Verslag van den toestand der gemeente Amsterdam gedurende het jaar 1886. Amsterdam 1887. roy. 8°.

Nieuw Archief voor Wiskunde. Amsterdam 1887. Deel XIII. St. 2. 8°.

Bijdragen van het statistisch Instituut. Amsterdam 1887. 3de Jaarg. N°. 1. 8°.

Alfabetisch register op de 36 jaargangen (1849—1884), van het staatkundig en staathuishoudkundig Jaarboekje, uitgegeven door de Vereeniging voor de Statistiek in Nederland. 8°.

De Volksvlijt, tijdschrift voor nijverheid, landbouw, handel en scheepvaart. Amsterdam 1887. N°. 1—2. 8°.

J. T. Oudemans. Bijdrage tot de kennis der Thysanura en Collembola. Amsterdam 1887. Academisch proefschrift. fol.

Natuurkundige Verhandelingen van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen. Haarlem 1887. 3de Verzameling. Deel IV. 4de Stuk. 4°.

Inhoud:

Jhr. Ed. Everts. Nieuwe naamlijst van Nederlandsche schildvleugelige insecten (Insecta Coleoptera).

Tijdschrift uitgegeven door de Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van Nijverheid. Haarlem 1887. 4de Reeks. Deel XI. Afl. 4 – 6. 8°.

F. A. Buis. De heiden en weiden van Gooiland. Geschiedkundige bijdrage tot het vraagstuk betreffende de verdeeling der Gooische markgronden. Hilversum 1887. 8°.

J. Lorié. Contributions à la géologie des Pays-Bas. II. Le diluvium ancien ou graveleux. III. Le diluvium plus récent ou sableux et le système Eemien. Haarlem 1887. 8°.
(Extrait des Archives Teyler. 2e Série. Tome III).

Tijdschrift der Nederlandsche dierkundige Vereeniging. Leiden 1886—87. 2de Serie. Deel I. Afl. 3—4. 8°.

Sammlungen des geologischen Reichsmuseums in Leiden. I. Beiträge zur Geologie Ost-Asiens und Australiens. Leiden 1887. Band IV. Heft 2. 8°.

Sammlungen des geologischen Reichsmuseums in Leiden. II. Beiträge zur Geologie von Niederländisch Westlndien und angrenzender Gebiete. Leiden 1887. Band I. Heft 1—2. 8°.

Midden-Sumatra. Reizen en onderzoekingen der Sumatra-Expeditie, 1877—1879. Natuurlijke Historie door Joh. F. Snelleman. Leiden 1887. Deel IV. Afl. 5. roy. 8°.

Nederlandsch-Chineesch Woordenboek, met de transcriptie der Chineesche karakters in het Tsiang-Tsiu dialekt, bewerkt door G. Schlegel. Leiden 1887. Deel II. Afl. 2. roy. 8°.

P. H. Dojes. Diffusie tusschen vloeistoffen. Leiden 1887. Academisch proefschrift. 8°.

Annales de l'Ecole polytechnique de Delft. Leide 1887. Tome III. Livr. 1. 4°.

Inhoud:

A. C. Oudemans Jr. Sur la densité, le coefficient de dilatation et l'indice de réfraction de l'éther éthylique.

S. Hoogewerff et W. A. van Dorp. Sur les produits de l'oxydation de l'isoquinoléine par le permanganate de potassium.

——————————— Sur la préparation de la benzylamine et de la phényléthylamine.

H. Haga. Etude expérimentale sur l'effet thermo-électrique, découvert par Thomson. 2e Communication.

Waarnemingen van de waterbeweging en de waterverdeeling op den waterweg van Rotterdam naar zee en de daarmede in verbinding staande rivieren in 1885. 4°.

Catalogus van de boeken en kaarten, uitmakende de Bibliotheek van het Departement van Koloniën. 's Gravenhage 1887. 1ste Vervolg. 8°.

Tijdschrift voor Entomologie, uitgegeven door de Nederlandsche entomologische Vereeniging. 's Gravenhage 1887. Deel XXX. Afl. 2—3. 8°.

C. W. Opzoomer. Losse bladen. 's Gravenhage 1887. Deel III. (Kunst. Letteren). 8°.

Joh. J. Perk. De Crematie. 's Gravenhage 1887. 8°. (Overgedrukt uit de Berichten en Mededeelingen der Vereeniging voor Lijkverbranding, 1887).

Algemeen Nederlandsch Familieblad. Tijdschrift voor geschiedenis, geslacht-, wapen-, zegelkunde, enz. 's Gravenhage 1887. Jaarg. 4. N°. 4—5. 4°.

Mededeelingen en Berichten der Geldersch-Overijselsche Maatschappij van Landbouw over 1887. Zutphen 1887. N°. 1. 8°.

Verslag der Commissie ter verzekering eener goede bewaring van gedenkstukken van geschiedenis en kunst te Nijmegen, over het jaar 1886. Nijmegen 1887. 8°.

D. Romeijn. Onderzoekingen over den invloed van alcohol op den mensch. Nijmegen 1887. Academisch proefschrift. 8°.

Werken van het provinciaal Genootschap van kunsten en wetenschappen in Noord-Brabant. 's Hertogenbosch 1887. Nieuwe Reeks. N°. 2. 8°.

Inhoud:

J. C. A. Hezenmans. De commanderij der duitsche orde te Vucht, met een aanhangsel over die te Gemert.

Statistiek van het koninkrijk der Nederlanden. Nieuwe Serie. Staten van de in-, uit- en doorgevoerde voornaamste handelsartikelen gedurende de maanden Maart en April 1887. 's Gravenhage 1887. fol.

Verzamelingstabel der waterhoogten langs de kusten van de Noordzee, Zuiderzee en de Nederlandsche rivieren, waargenomen in de maand Januari 1887. fol.

Verzamelingstabel der waterhoogten volgens de bladen der zelfregistreerende peilschalen, waargenomen in de maand Januari 1887. fol.

NEDERLANDSCH OOST-INDIË.

Tijdschrift voor indische taal-, land- en volkenkunde, uitgegeven door het Bataviaasch Genootschap van kunsten en wetenschappen. Batavia 1886. Deel XXXI. Afl. 4. 8°.

Notulen van de algemeene en bestuursvergaderingen van het Bataviaasch Genootschap van kunsten en wetenschappen. Batavia 1886. Deel XXIV. Afl. 3—4. 8°.

Catalogus der archeologische verzameling van het Bataviaasch Genootschap van kunsten en wetenschappen door W. P. Groeneveldt, met aanteekeningen omtrent de op verschillende voorwerpen voorkomende inscripties en een voorloopigen inventaris der beschreven steenen door Dr. J. L. A. Brandes. Batavia 1887. 8°.

Catalogus der numismatische verzameling van het Bataviaasch Genootschap van kunsten en wetenschappen door Mr. J. A. van der Chijs. Batavia 1886. 3de Druk. 8°.

Tijdschrift voor nijverheid en landbouw in Nederlandsch Indië, uitgegeven door de Nederlandsch-Indische Maatschappij van nijverheid en landbouw. Batavia 1887. Deel XXXIV. Afl. 3—4. 8°.

Geneeskundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indië, uitgegeven door de Vereeniging tot bevordering der geneeskundige Wetenschappen in Nederlandsch Indië. Batavia 1887. Deel XXVI. Afl. 3. 8°.

Observations made ad the magnetical and meteorological Observatory at Batavia. Batavia 1886. Vol. VI. Supplement. 4°.

L. W. C. van den Berg. Le hadhramout et les colonies Arabes dans l'archipel Indien. Batavia 1886. roy. 8°.
(Publié par ordre du Gouvernement).

——————————— De inlandsche rangen en titels op Java en Madoera. Batavia 1887. roy. 8°.

(Uitgegeven op last van Z. E. den Goeverneur-Generaal van Nederlandsch Indië).

BELGIË.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des beaux-Arts de Belgique. Bruxelles 1887. 3e Série. Tome XIII. N°. 4. 8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique. Bruxelles 1887. 4e Série. Tome I. N°. 3—5. 8°.

FRANKRIJK.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Paris 1887. Tome CIV. N°. 17—24. 4°.

Académie des Inscriptions et belles-Lettres. Comptes rendus des séances. Paris 1887. 4e Série. Tome XIV. N°. 4. Tome XV. N°. 1. 8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Paris 1887. 3e Série. Tome XVII. N°. 17—24. 8°.

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires. Paris 1886. Tome VIII. 8°.

Bulletin de la Société mathématique de France. Paris 1887. Tome XV. N°. 3—4. 8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie. Paris 1887. 8e Série. Tome IV. N°. 7—18. 8°.

Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle. Paris 1886—1887. Tome VIII. Fasc. 2. Tome IX. Fasc. 1. 4°.

Inhoud, Tome VIII, Fasc. 2:

A. Franchet. Plantae Davidianae ex Sinarum imperio.
E. Oustalet. Espèces nouvelles ou peu connues de la collection ornithologique du Muséum.
A. Raffray. Coléoptères de la famille des Paussides.
E. et H. Becquerel. Température de l'air et du sol au Muséum en 1883 et 1884.

Tome IX, Fasc. 1:

A. Raffray. Matériaux pour servir à l'étude des Coléoptères de la famille des Paussides.
Ed. Perrier. Mémoire sur l'organisation et le développement de la Comatule de la Méditerranée.

Bulletin de la Société philomatique. Paris 1887. 7e Série. Tome XI. N°. 1—2. 8°.

Journal d'Hygiène. Paris 1887. 13e Année. Vol. XII. N°. 553—561. 4°.

J. P. Six. Monnaies Lyciennes. Paris 1887. 8°. (Extrait de la Revue Numismatique 1886/7).

Revue de botanique. Bulletin mensuel de la Société Française de Botanique. Paris 1886. Tome V. N°. 49—59. 8°.

GROOT-BRITTANNIË EN IERLAND.

Proceedings of the royal Society. London 1887. Vol. XLII. N°. 253—254. 8°.

Monthly Notices of the royal astronomical Society. London 1887. Vol. XLVII. N°. 6—7. 8°.

Proceedings of the royal geographical Society. London 1887. New Series Vol. IX. N°. 5—6. 8°.

Journal of the royal microscopical Society. London 1887. Year 1887. Part 3. 8°.

Report on the scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger during the years 1873—76. London 1887. Zoology. Vol. XVII—XIX. Botany. Vol. II. 6 Dl. 4°.

Proceedings and Transactions of the natural History Society. Glasgow 1887. New Series. Vol. I. Part 3. 8°.

Transactions and Proceedings of the botanical Society. Edinburgh 1886. Vol. XVI. Part 3. 8°.

Transactions of the royal Irish Academy. Dublin 1885—1886. Polite Literature and Antiquities. 2d Series. Vol. XXVII. N°: 6—8. 4°.

Inhoud:

6. S. Ferguson. On the patrician documents.
7. B. Mac Carthy. On the Stowe missal.
8. J. Gwynn. On a Syriac MS. belonging to the collection of archbishop Ussher.

Transactions of the royal Irish Academy. Dublin 1883—1886. Science. Vol. XXVIII. N°. 14—25. 4°.

Inhoud:

14. H. W. Mackintosh. Report on the Acanthology of the Demosticha. Part 3. Further observations on the Acanthology of the Diadematidae.
15. W. Nicolls. Expansion of elliptic functions.
16. L. Cremona. On a geometrical transformation of the fourth order, in space of three dimensions, the inverse transformation being of the sixth order.
17. J. P. O'Reilly. Catalogue of the earthquakes having occurred in Great Britain and Ireland during historical times; arranged relatively to localities and frequency of occurrence, to serve as a basis for an earthquake map of the three kingdoms.
18. F. Pryor Balkwill and J. Wright. Report on some recent foraminifera found off the coast of Dublin and in the Irish Sea.
19. H. C. Hart. On the botany of Sinai and South Palestine.
20. W. S. M'Cay. On three circles related to a triangle.

21. E. W. Davy. On the nitroprussides of the more important bases of opium.
22. J. P. O'Reilly. Alphabetical catalogue of the earthquakes recorded as having occurred in Europe and adjacent countries, arranged to serve as a basis for an earthquake map of Europe.
23. R. A. Roberts. On some properties of certain plane curves.
24. V. Ball. Observations on lion-breeding in the gardens of the royal zoological Society of Ireland.
25. John C. Malet. Geometrical theorems.

Royal Irish Academy. Cunningham Memoirs. N°. II—III. Dublin 1886. 4°.

Inhoud:

II. D. J. Cunningham. The lumbar curve in man and the apes with an account of the topographical anatomy of the Chimpanzee, Orang-Utan and Gibbon.
III. S. Haughton. New researches on sunheat, terrestrial radiation, etc.

Proceedings of the royal Irish Academy. Dublin 1885—1886. Polite Literature and Antiquities. 2d Series. Vol. II. N°. 6—7. 8°.

Proceedings of the royal Irish Academy. Dublin 1884—1886. Science. 2d Series. Vol. IV. N°. 1—5. 8°.

Royal Irish Academy. Todd lecture series. Dublin 1885. Vol. II. Part. 1. 8°.

The scientific Transactions of the royal Dublin Society. Dublin 1886—1887 2d Series. Vol. III. N°. 11—13. 4°.

Inhoud:

11. D. Sharp. On New-Zealand Coleoptera. With descriptions of new genera and species.
12. J. W. Davis. The fossil fishes of the chalk of mount Lebanon, in Syria.
13. G. Johnstone Stoney. On the cause of iridescence in clouds.

The scientific Proceedings of the royal Dublin Society. Dublin 1886—1887. New Series. Vol. V. Part 3—6. 8°.

Journal of the royal geological Society of Ireland. Dublin 1887. New Series. Vol. VIII. Part 1. 8°.

OOSTENRIJK-HONGARIJE.

Abhandlungen der k.k. geologischen Reichsanstalt. Wien 1886. Band XII. N°. 4. 4°.

Inhoud:

G. Geyer. Ueber die Liasischen Cephalopoden des Hierlatz bei Hallstatt.

Jahrbuch der kais. kön. geologischen Reichsanstalt. Wien 1886. Band XXXVI. Heft 4. roy. 8°.

Mittheilungen der anthropologischen Gesellschaft. Wien 1886. Band XVI. Heft 3—4. Band XVII. Heft 1. 4°.

Fr. Imhoof-Blümer. Zur Münzkunde Grossgriechenlands, Siciliens, Kretas etc. Mit besonderer Berücksichtigung einiger Münzgruppen mit Stempelgleichheiten. Wien 1887. 8°.

DUITSCHLAND.

Sitzungsberichte der kön. preussischen Akademie der Wissenschaften. Berlin 1886—1887. Jahrg. 1886. N°. 40—52. Jahrg. 1887. N°. 1—18. roy. 8°.

Die Venus Durchgänge 1874 und 1882. Bericht über die deutschen Beobachtungen. Berlin 1887. Band IV. Die heliometrischen Arbeiten zur Vorbereitung der Expeditionen und zur Untersuchung der benutzten Instrumente. 4°.

Wochenschrift für klassische Philologie. Berlin 1887. Jahrg. 4. N°. 9—21. 4°.

Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Berlin 1887. Band CVIII. Heft 1—3. 8°.

Verhandlungen des Vereins für naturwissenschaftliche Unterhaltung. Hamburg 1887. Band VI. 8°.

Jahrbuch der Gesellschaft für bildende Kunst und vaterländische Altertümer. Emden 1886. Band VII. Heft 1. 8°.

Schriften der naturforschenden Gesellschaft. Danzig 1887. Neue Folge. Band VI. Heft 4. roy. 8°.

Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft. Königsberg 1887. Jahrg. 27. 4°.

Zeitschrift der historischen Gesellschaft für die Provinz Posen. Posen 1886. Jahrg. 2. Heft 1—4. 8°.

Zoologischer Anzeiger. Leipzig 1887. Jahrg. 10. N°. 250—253. 8°.

Grunert's Archiv der Mathematik und Physik. Leipzig 1887. 2te Reihe. Theil V. Heft 1. 8°.

Zeitschrift für Naturwissenschaften, herausgegeben im Auftrage des naturwissenschaftlichen Vereins für Sachsen und Thüringen. Halle a. S. 1886. 4te Folge. Band V. Heft 5. 8°.

Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft. Halle 1886. Band XVI. Heft 4. 4°.

Inhoud:

G. Kraus. Ueber Stoffwechsel bei den Crassulaceen.

Bericht über die Sitzungen der naturforschenden Gesellschaft im Jahre 1885 und 1886. Halle 1885—1886. 8°.

Petermann's Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt. Gotha 1887. Band XXXIII. N°. 3—5. Ergänzungsheft N°. 85—86. 4°.

Jahrbücher des Vereins von Alterthumsfreunden im Rheinlande. Bonn 1886. Heft LXXXII. roy. 8°.

Neues lausitzisches Magazin, herausgegeben von der oberlausitzischen Gesellschaft der Wissenschaften. Görlitz 1886. Band LXII. Heft 2. 8°.

A. Wernicke. Die Grundlage der Euklidischen Geometrie des Maasses. Braunschweig 1887. 4°.

B. Windscheid. Lehrbuch des Pandektenrechts. Frankfurt a. M. 1887. 6e Auflage. Band I—III. 3 Dl. 8°.

Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der kön. bayerischen Akademie der Wissenschaften. München 1886. Heft 3. 8°.

Index generalis in monumentorum Boicorum volumina I—XXVII. Monachii 1887. Pars altera. 4°.

P. Albrecht. Verläuft der Nervenstrom in nicht geschlossener, oder geschlossener Strombahn, und wie gelangt er, wenn letzteres der Fall ist, zum Sitze der elektromotorischen Kraft zurück? Erlangen. 8°.
(Sonderabdruck aus dem »biologischen Centralblatt." Band VI).

———— Ueber die cetoide Natur der Promammalia. 8°.
(Sonderabdruck aus: anatomischer Anzeiger. Jahrg. 1).

Spoerer. Sonnenfleckenbeobachtungen in den Jahren 1880 bis 1884. 4°.
(Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam. Bd. IV. 4).

ZWITSERLAND.

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences naturelles. Lausanne 1887. 3e Série. Vol. XXII. N°. 95. 8°.

ITALIË.

Atti della reale Accademia dei Lincei. Roma 1887. Serie 4a. Rendiconti. Vol. III. Fasc. 6—9. 4°.

D. Carutti. Il conte Umberto I (Biancamano) e il re Ardoino. Roma 1884. 2a Edizione. 8°.

Biblioteca nazionale centrale Vittorio Emanuele. Bollettino delle opere moderne straniere. Roma 1887. Vol. II. N°. 1. 8°.

Biblioteca nazionale centrale. Bollettino delle pubblicazione Italiane. Firenze 1887. N°. 32—35. 8°.

Archivio per l'antropologia e la etnologia. Firenze 1886. Vol. XVI. Fasc. 3. 8°.

Atti della R. Accademia delle Scienze. Torino 1887. Vol. XXII. Disp. 10—13. 8°.

Memorie della R. Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna. 1884. Tomo VI 4°.

Inhoud:

C. Belluzzi. Contributo allo studio del parto per la fronte.
L. Pesci. Ricerche sul fellandrene.

R. Fabri e L. Farini. Intorno a quello che è stato chiamato potere rifrangente dei corpi.

G. V. Ciaccio. Osservazioni anatomiche comparative intorno agli occhi della Talpa illuminata (Talpa europaea L.) e a quelli della Talpa cieca (Talpa coeca S.).

G. Tassinari. Azione del fenol sul protocloruro di zolfo.

G. V. Ciaccio. Figure dichiarative della minuta fabbrica degli occhi de Ditteri disposte ed ordinate indodici tavole.

L. Calori. Sulla proporzione delle arterie renali molteplici coll' aorta nel caso di un rene a ferro di cavallo e sulle modificazioni dei plessi nervosi in attinenza con quelle.

F. P. Ruffini. Della costruzione geometrica dell' asse centrale di un dato sistema di forze e di alcune proprieta delle rette che nel sistema dato sono caratteristiche di piani.

P. Loreta. Di un nuovo apparecchio istrumentale per eseguire la sutura intercisa.

S. Pincherle. Sui gruppi lineari di funzioni di una variabile.

F. Verardini. Nuovo contributo di studii clinico-esperimentali e comprovare l'azione deprimente vasale dell' Ipecacuana somministrata ad alte dosi nelle pneumoniti franche.

A. Righi. Sulla velocita dei raggi polarizzati circolarmente nell' interno d'un corpo dotato di potere rotatorio.

C. Taruffi. Caso di perineo-melus in un maiale.

A. Cavazzi. Sopra gli antimoniati di bismuto.

———— Azione dell' idrogene fosforato gassoso sul tricloruro di oro sciolto nell' etere, nell' alcool e nell' acqua.

F. Peli. Osservazioni sull' organo di Jacobson e sul canale di Stenson nel cammello.

——— Del muscolo io-epiglottico negli animali domestici.

V. Retali. Sulle coniche coniugate.

G. Belloncl. Sulla terminazione centrale del nervo ottico nei mammiferi.

S. Pincherle. Alcune osservazioni generali sui gruppi di funzioni.

P. Loreta. Di un aneurisma traumatico dell' aorta addominale.

A. Gotti. Alcune ricerche sul cosidetto carbonchio sintomatico nei bovini (Enfisema carbonchioso- Acetone- Forbicione- Carbonchio bacterico).

T. Morini. Ancora sulla questione della sessualita nelle Ustilaginee.

G. Capellini. Resti fossili di Dioplodon e Mesoplodon.

L. Bombicci. Sulle superficie elicoidi e paraboloidi nei romboedri detti selliformi di dolomite e di altri carbonati anidri.

A. Cavazzi. Azione degl' idrossidi alcalini sull' alluminio.

C. Belluzzi. Feto mostruoso che rese necessaria l'embriotomia onde essere estratto.

G. Brugnoli. Contributo allo studio clinico della perforazione intestinale nella febbre tifoide.

C. Razzaboni. Sopra alcuni casi di efflussi laterali.

G. Bellonci. Intorno al modo di genesi di un globulo polare nell' ovulo ovarico di alcuni mammiferi (Topolino, Cavia, Coniglio).

———— Intorno ad un principio di segmentazione e ad alcuni fenomeni degenerativi degli ovuli ovarici del Topo e della Cavia.

G. Cocconi e F. Moroni. Enumerazione dei funghi della provincia di Bologna. 3ª Centuria.

C. Beltrami. Sull' uso delle coordinate curvilinee nelle teorie del potenziale e dell' elasticita.

G. D'Ajutolo. Su di una trachea umana con tre bronchi.

G. Tizzoni. Ricerche sperimentali intorno alla fisio-patologia del corpo tiroide del coniglio.

F. Sansoni. Sulla barite di Vernasca.

A. Saporetti. Metodo analitico della determinazione dell' equazione del tempo.

V. Colucci. Intorno alla rigenerazione degli arti e della coda nei Tritoni.

L. Calori. Di un mostro umano Acardio e della ipotesi piu probabile intorno alle cagioni della mancanza del cuore.

A. Righi. Descrizione d'un nuovo polarimetro.

G. V. Ciaocio. Della minuta fabbrica degli occhi de' Ditteri.

C. Taruffi. Storia di un caso di pseudo-rachite fetale.

P. Riccardi. Costruzione di basi geodetiche stabili.

A. Cavazzi. Metodo per preparare il protocloruro di rame; sopra un miscuglio esplosivo.

———— Azione del gas idrogene fosforato sopra l'acido solforoso.

F. Morini. Sulla germinazione delle spore dell' Ustilago Vaillantii Tul.

F. Verardini. Brevi ed ulteriori considerazioni intorno la superfetazione e storia di un parto gemello.

F. P. Ruffini. Della ragione che i raggi di curvatura di una linea piana hanno a quelli della sua evoluta.

G. Tizzoni. Sugli effetti dell' asportazione della milza nei cani precedentemente operati di tiroidectomia.

G. Cattani. Sulla degenerazione e neoformazione delle fibre nervose midollari periferiche.

E. Villari. Sul potere emissivo delle scintille elettriche e sul vario aspetto che esse presentano in alcuni gas.

Atti del reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti. Venezia 1886—1887. Serie 6. Tomo III. Disp. 10. Tomo IV. Disp. 1—10. Tomo V. Disp. 1. 8°.

Notarisia. Commentarium phycologicum. Venezia 1887. Anno 2. N°. 6. 8°.

Annali della reale Scuola normale superiore di Pisa. 1887. Scienze, fisiche e matematiche. Vol. VIII. 8°,

Atti della Societa Toscana di Scienze naturali. Processi Verbali. Vol. V. Adunanza del 13 Marzo 1887. 8°.

Atti del collegio degli Ingegneri ed Architetti. Palermo 1887. Fasc. 1°. roy. 8°.

Annali della Accademia di Scienze, Lettere ed Arti. Catania 1879. Anno 1°. 8°.

SPANJE EN PORTUGAL.

Memorias de la real Academia de ciencias exactas, fisicas y naturales. Madrid 1887. Tomo XI. 4°.

Inhoud:

J. Arévalo y Baca. Aves de Espana.

Revista de los progressos de las ciencias exactas, fisicas y naturales. Madrid 1887. Tomo XXII. N°. 2—3. 8°.

J. F. J. Biker. Collecçao de tratados e concertos de pazes que o estado da India Portugueza fes com os reis e senhores com quem teve relaçoes nas partes da Asia e Africa oriental desde o principio da con-

quista até ao fim do seculo XVIII. Lisboa 1887. Tomo XIV. 8°.

DENEMARKEN.

Aarböger for nordisk oldkyndighed og historie, udgivne af det kongelige nordiske Oldskrift-Selskab. Kjöbenhavn 1887. 2te Raekke. Bind II. Hefte 1. 8°.

ZWEDEN EN NOORWEGEN.

Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsal. 1886—87. Vol. XVIII. 4°.

Den norske Nordhavs-Expedition 1876—1878. N°. XVII. Zoologi. Alcyonida. Christiania 1887. 4°.

Forhandlinger i Videnskabs-Selskabet. Christiania 1887. Aar 1886. 8°.

J. Lieblein. Handel und Schiffahrt auf dem rothen Meere in alten Zeiten. Kristiania 1886. 8°.

C. P. Caspari. Eine Augustin fälschlich beilegte Homilia de sacrilegiis. Aus einer Einsiedeler Handschrift des achten Jahrhunderts herausgegeben und mit kritischen und sachlichen Anmerkungen begleitet. Christiania 1886. 8°.

Acta Universitatis Lundensis. Lund 1886—1887. Tomus XXII. 4°.

RUSLAND.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences. St. Pétersbourg 1886. 7e Série. Tome XXXIV. N°. 7—13. 4°.

Inhoud:

7. H. Wild. Bestimmung der Inductionscoefficienten von Stahlmagneten.
8. O. Backlund. Comet Encke. 1865—1885.
9. A. Morawitz. Zur Kenntniss der Adephagen Coleopteren.
10. N. von Kokscharow. Die etwas näheren Bestimmungen der Waluewit-Krystalle von der Grube Nikolaje-Maximilianowsk.
11. H. Wild. Der magnetische Bifilar-Theodolith.
12. P. Harzer. Untersuchungen über einen speciellen Fall des Problems der drei Körper.
13. A. Enmann. Kritische Versuche zur ältesten griechischen Geschichte. I. Kypros und der Ursprung des Aphroditekultus.

Annalen des physikalischen Central-Observatoriums. St. Petersburg 1886. Jahrg. 1885. Theil I—II. 1 Dl. 4°.

Verslagen van het keiz. aardrijkskundig Genootschap. St. Petersburg 1887. Deel XXIII. Afl. 1. 8°.
(In het Russisch).

Jaarverslag van het keiz. aardrijkskundig Genootschap over 1886. St. Petersburg 1887. 8°.
(In het Russisch).

Bulletins du Comité géologique. St. Pétersbourg 1887. Tome VI. N°. 4—5. 8°.
(In het Russisch).

Acta horti petropolitani. St. Petersburg 1886. Tomus IX. Fasc. 2. 8°.

Catalogus systematicus Bibliothecae horti imperialis botanici Petropolitani. Petropoli 1886. Edito 1886. roy. 8°.

Catalogus der Romeinsche munten en medailles van de numismatische afdeeling van het openbare Museum te Moscou. 1887. Afl. 2. 8°.
(In het Russisch).

RUMENIË.

Documente privitore la istoria Romanilor culese de L. DE HURMUZAKI. Bucuresci 1887. Vol. I. 4°.

AFRIKA.

Bulletin de la Société Khédiviale de géographie. Le Caire 1887. 2e Série. N°. 10. 8°.

AZIË.

Proceedings of the Asiatic Society of Bengal. Calcutta 1886. N°. 10. 1887. N°. 1. 8°.

Journal of the Asiatic Society of Bengal. Calcutta 1884. Vol. LIII. Part 2. N°. 4. Vol. LIV. Part 1. N°. 1—2. Vol. LV. Part 2. N°. 4. 8°.

Meteorological Observations recorded at six stations in India, December 1886. 4°.

Observations and researches made at the Hong Kong Observatory in the year 1886. Hongkong 1887. fol.

Journal of the College of Science, Imperial University of Japan. Tokio 1886. Vol. I. Part 2. 4°.

Inhoud:

D. KITAO. Beiträge zur Theorie der Bewegung der Erdatmosphäre und der Wirbelstürme.

Transactions of the seismological Society of Japan. Yokohama 1887. Vol. X. 8°.

Journal of the China branch of the royal Asiatic Society. Shanghai 1886. New Series. Vol. XXI. N°. 3—4. 8°.

AMERIKA.

Annals of the astronomical Observatory of Harvard College. Cambridge 1887. Vol. XVII. 4°.

Inhoud:

S. C. CHANDLER JR. The Almucantar. An investigation made at the Observatory in 1884 and 1885.

Henry Draper Memorial. First annual report of the photographic study of stellar spectra conducted at the Harvard College Observatory. Cambridge 1887. 4°.

Johns Hopkins University Circulars. Baltimore 1887. Vol. VI. N°. 57. 4°.

American Journal of Mathematics, edited by S. NEWCOMB. Baltimore 1887. Vol. IX. N°. 3. 4°.

American chemical Journal, edited by IRA REMSEN. Baltimore 1887. Vol. IX. N°. 2. 8°.

American Journal of Philology, edited by B. L. GILDERSLEEVE. Baltimore 1887. Vol. VIII. N°. 1. 8°.

Johns Hopkins University Studies in historical and political Science. Baltimore 1887. 5th Series. N°. 5—6. 8°.

Journal of the American medical Association. Chicago 1887. Vol. VIII. N°. 16—23. 4°.

The Canadian Record of Science. Montreal 1887. Vol. II. N°. 6. 8°.

Proceedings of the Canadian Institute. Toronto 1887. 3d Series. Vol. IV. Fasc. 2. 8°.

Revista do Observatorio, publicaçao mensal do imperial Observatorio do Rio de Janeiro. 1887. Anno II. N°. 4. 4°.

Anales de la Sociedad cientifica Argentina. Buenos Aires 1887. Tomo XXIII. Entr. 1—2. 8°.

Verhandlungen des deutschen wissenschaftlichen Vereines zu Santiago. Valparaiso 1886. Heft 4. 8°.

AUSTRALIË.

Proceedings of the Linnean Society of N. S. Wales. Sydney 1886. Vol. X. Part 4. 8°.

Linnean Society of N. S. Wales. Record of proceedings. Linnean Hall, October 1885. Sydney. 8°.

AANGEKOCHT.

Oud-Holland. Nieuwe Bijdragen voor de geschiedenis der Nederlandsche kunst, letterkunde, nijverheid, enz. Amsterdam 1887. 5de Jaarg. Afl. 1. 4°.

De Navorscher. Amsterdam 1887. Nieuwe Serie. Jaarg. 20. Afl. 5—6. 8°.

Bibliotheca Belgica. Livr. LXXV—LXXVIII. 8°.

The London, Edinburgh and Dublin philosophical Magazine and Journal of Science. London 1887. 5th Series. Vol. XXIII. N°. 144—145. 8°.

Annals and Magazine of natural History. London 1887. 5th Series. Vol. XIX. N°. 113—114. 8°.

Dictionary of national Biography, edited by L. Stephen. London 1887. Vol. X. (Chamber-Clarkson). roy. 8°.

La grande Encyclopédie. Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts. Paris 1887. Livr. 76—83. 4°.

Journal des Savants. Paris Avril—Mai 1887 4°.

Bulletin des Sciences mathématiques. Paris 1887. 2e Série. Tome XI. Mai—Juin. 8°.

Annales des Sciences naturelles. Paris 1887. 7e Série. Zoologie. Tome II. N°. 1—2. 8°.

Annales de Chimie et de Physique. Paris 1887. 6e Série. Tome XI. Mai. 8°.

A. Laporte. Histoire littéraire du 19e siècle. Paris 1887. Tome IV. Livr. 1. 8°.

Bibliothèque de l'Ecole des Chartes. Paris 1839—1844. Tome I—V. 8°.

Astronomische Nachrichten. N°. 2782—2788. 4°.

Göttingische gelehrte Anzeigen. 1887. N°. 7—10. 8°.

Veröffentlichungen des kais. Gesundheitsamtes. Berlin 1887. Jahrg. 11. N°. 17—24. roy. 8°.

Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Berlin 1887. Band V. Heft 3—4. 8°.

Archiv für Naturgeschichte. Berlin 1886. Jahrg. 52. Band I. Heft 3. 8°.

Annalen der Physik und Chemie. Leipzig 1887. Neue Folge. Band XXXI. Heft 2. 8°.

Zeitschrift für physikalische Chemie. Leipzig 1887. Band I. Heft 5. 8°.

Bibliotheca Zoologica II. Verzeichniss der Schriften über Zoologie bearbeitet von O. TASCHENBERG. Leipzig 1887. Lief. 3. 8°.

Dingler's polytechnisches Journal. Stuttgart 1887. Band CCLXIV. Heft 3—11. 8°.

Bibliothèque universelle et revue Suisse. Lausanne 1887. 3e Période. Tome XXXIV. N°. 100. 8°.

Archives des Sciences physiques et naturelles. Genève 1887. 3e Période. Tome XVII. N°. 5. 8°.

Archives des Sciences physiques et naturelles. Tables générales des auteurs et des matières de 1846 à 1878. Genève 1886. 8°.

TEN GESCHENKE OF IN RUIL ONTVANGEN IN DE MAANDEN JULI, AUGUSTUS EN SEPTEMBER 1887.

NEDERLAND.

Jaarboek der Universiteit van Amsterdam (1877—1886). Amsterdam 1885—1887. 3 Dl. 8°.

Catalogus van een belangrijk gedeelte der boekerij van

rechtsgeleerdheid en staatswetenschap verzameld door Mr. M. H. GODEFROI. Aan de bibliotheek der Universiteit van Amsterdam geschonken door Mevrouw de douairière GODEFROI. Amsterdam 1887. 8°.

Register naar eene wetenschappelijke verdeeling op de werken van het wiskundig Genootschap »Een onvermoeide arbeid komt alles te boven", gedurende het tijdsverloop van 1818—1882. Amsterdam 1885. 8°.

Koninklijk oudheidkundig Genootschap te Amsterdam. Jaarverslag in de 29ste algemeene vergadering, op Maandag 9 Mei 1887, uitgebracht door den Voorzitter P. VAN EEGHEN. 4°.

Revue internationale scientifique et populaire des falsifications des denrées alimentaires. Amsterdam 1887. 1e Année. Livr. 1. 4°.

De Volksvlijt, tijdschrift voor nijverheid, landbouw, handel en scheepvaart. Amsterdam 1887. N°. 3—4. 8°.

Jaarboek van het Mijnwezen in Nederlandsch Oost-Indië. Amsterdam 1887. 16e Jaarg. 1ste Gedeelte. 8°.

J. C. G. BOOT. Ad. A. Gellii Noctes Atticas. 8°.
(Ex Mnemosynes. Vol. XV).

Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles. Harlem 1887. Tome XXI. Livr. 5. Tome XXII. Livr. 1. 8°.

Tijdschrift uitgegeven door de Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van Nijverheid. Haarlem 1887. 4e Reeks. Deel XI. Afl. 7—9. 8°.

Sammlungen des geologischen Reichsmuseums in Lei-

den. I. Beiträge zur Geologie Ost-Asiens und Australiens. Leiden 1887. Band II. Heft 3. 8°.

R. VAN BONEVAL FAURE. Het Nederlandsch burgerlijke procesrecht. Leiden 1887. Deel III. 8°.

P. VAN BEMMELEN. Le système de la propriété mobilière, droit antérieur, système du code civil, droit futur. Leide 1887. 8°.

Flora Batava. Leiden 1887. Afl. 277—278. 4°.

Verslag aan den Koning van de bevindingen en handelingen van het veeartsenijkundig Staatstoezicht in het jaar 1886. 's Gravenhage 1887. 4°.

Verslagen omtrent 's Rijks oude archieven. VIII. 1885. 's Gravenhage 1887. 8°.

Verslag over het Rijks archief te 's Gravenhage over 1885. 8°.

Verslag over den landbouw in Nederland over 1885. 's Gravenhage 1885. 8°.

Verslag van de aanwinsten der koninklijke Bibliotheek gedurende het jaar 1886. 's Gravenhage 1887. 8°.

Bijdragen tot de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië, uitgegeven door het koninklijk Instituut voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië. 's Gravenhage 1887. 5de Reeks. Deel II. Afl. 3. 8°.

Tijdschrift van het koninklijk Instituut van Ingenieurs. 1886—1887. 's Gravenhage 1887. Afl. 4. 1ste Gedeelte. Afl. 5. 2de Gedeelte. 4°.

Tijdschrift voor Entomologie, uitgegeven door de Nederlandsche entomologische Vereeniging. 's Gravenhage 1887. Deel XXX. Afl. 4. 8°.

Berichten en Mededeelingen der Vereeniging voor Lijkverbranding. 's Gravenhage 1887. Jaarg. 12. N°. 3. 8°.

Bijdragen voor vaderlandsche Geschiedenis en Oudheidkunde. 's Gravenhage 1887. 3de Reeks. Deel IV. Afl. 1. 8°.

Algemeen Nederlandsch Familieblad. Tijdschrift voor geschiedenis, geslacht-, wapen-, zegelkunde, enz. 's Gravenhage 1887. Jaarg. 4. N°. 6—8. 4°.

N. H. Henket, Ch. M. Schols en J. M. Telders. Waterbouwkunde. 's Gravenhage 1887. Deel III. 3e Gedeelte. Afl. 2. Deel IV. 2e Gedeelte. Afl. 2. 8°.

Onderzoekingen gedaan in het physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. Utrecht 1887. 3de Reeks. Deel X. St. 2. 8°.

Rijkslandbouwschool te Wageningen. Programma van het onderwijs voor het leerjaar 1887—88. 8°.

Register van charters en bescheiden in het oude archief van Kampen. Deel VI van 1611—1620, bewerkt door J. Nanninga Uitterdijk. Kampen 1887. roy. 8°.

Verslag van den toestand der provincie Friesland in 1886. Leeuwarden 1887. 8°.

Publications de la Société historique et archéologique dans le duché de Limbourg. Ruremonde 1886. Tome XXIII. 8°.

Koninkrijk der Nederlanden. Statistiek van den in-, uit- en doorvoer over het jaar 1886. 's Gravenhage 1887. 1ste Gedeelte. fol.

Statistiek van het koninkrijk der Nederlanden. Nieuwe Serie. Staten van de in-, uit- en doorgevoerde voornaamste handelsartikelen gedurende de maanden Mei—Juli 1887. 's Gravenhage 1887. fol.

Recapitulatietabel der waterhoogten langs de kusten van de Noordzee, Zuiderzee en Wadden, waargenomen in de maanden Februari—April 1887. fol.

Verzamelingstabel der waterhoogten volgens de bladen der zelfregistreerende peilschalen, waargenomen in de maanden Februari—Mei 1887. fol.

NEDERLANDSCH-INDIË.

Tijdschrift voor indische taal-, land- en volkenkunde, uitgegeven door het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen. Batavia 1886. Deel XXXI. Afl. 5—6. 8°.

Notulen van de algemeene en bestuurs-vergaderingen van het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen. Batavia 1887. Deel XXV. Afl. 1. 8°.

J. A. van der Chijs. Dagh-Register gehouden int Casteel Batavia vant passerende daer ter plaetse als over geheel Nederlants-India. Anno 1640—1641. Batavia 1887. roy. 8°.
(Uitgegeven door het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen).

Geneeskundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië, uitgegeven door de Vereeniging tot bevordering der geneeskundige wetenschappen in Nederlandsch-Indië. Batavia 1887. Deel XXVII. Afl. 1—2. 8°.

Tijdschrift voor nijverheid en landbouw in Nederlandsch-Indië, uitgegeven door de Nederlandsch-Indische Maatschappij van Nijverheid en Landbouw. Batavia 1887. Deel XXXIV. Afl. 5. Deel XXXV. Afl. 1—2. 8°.

N. P. VAN DEN BERG. De voor- en nadeelen van onze tegenwoordige muntregeling. Batavia 1887. 8°.

J. DINGER WZN. De nadeelen van onze tegenwoordige muntregelingen. Batavia 1887. 8°.

Annales du Jardin botanique de Buitenzorg. Leide 1887. Vol. VI. Part. 2. 8°.

BELGIË.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des beaux-Arts de Belgique. Bruxelles 1887. 3e Série. Tome XIII. N°. 5—6. Tome XIV. N°. 7. 8°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique. Bruxelles 1887. Tome VIII. Fasc. 2—4. 8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique. Bruxelles 1887. 4e Série. Tome I. N°. 6—7. 8°.

C. UBAGHS. Les ateliers ou stations dits préhistoriques de Ste Gertrude et Rijckholt près de Maestricht. Liége 1887. 8°.

De Hollandsche schilderkunst door Henry Havard. Uit het Fransch vertaald door P. Geiregat. Gent 1887. 8°. (Uitgave van het Willems-Fonds N°. 115).

Geschiedenis van de gemeenten der provincie Oost-Vlaanderen. Gent 1887. Deel XL. 8°.

FRANKRIJK.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Paris 1887. Tome CIV. N°. 25—26. Tome CV. N°. 1—11. 4°.

Oeuvres complètes de Laplace, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences. Paris 1886. Tome VII. 4°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Paris 1887. 3e Série. Tome XVII. N°. 25—33, 35—37. 8°.

Journal d'hygiène. Paris 1887. 13e Année. Vol. XII. N°. 562—574. 4°.

Bulletin de la Société mathématique de France. Paris 1887. Tome XV. N°. 5. 8°.

Bulletin de la Société philomatique. Paris 1887. 7e Série. Tome XI. N°. 3. 8°.

L. Lallemand. Histoire des enfants abandonnés et délaissés. Etude sur la protection de l'enfance aux diverses époques de la civilisation. Paris 1885. 8°.

J. O'Dru de Revel. Message de Dieu aux hommes de mon temps et a ceux de l'avenir ou Dieu et l'enfant. Grenoble s. a. 2e Edition. 8°.

Revue agricole, industrielle, littéraire et artistique, publié par la Société d'Agriculture, Sciences et Arts. Valenciennes 1887. Tome XXXIX. N°. 16—18. 8°.

GROOT-BRITTANNIË EN IERLAND.

Philosophical Transactions of the royal Society. London 1886—1887. Vol. CLXXVI—CLXXVII. 2 Dl. 4°.

Inhoud, Vol. CLXXVI:

W. K. Parker. On the structure and development of the skull in the mammalia. Part 2—3.
J. H. Poynting. On the connexion between electric current and the electric and magnetic inductions in the surrounding field.
J. J. Thomson. On some applications of dynamical principles to physical phenomena.
Rayleigh. On the constant of magnetic rotation of light in bisulphide of carbon.
H. S. Hele Shaw. The theory of continuous calculating machines and of a mechanism of this class on a new principle.
G. Jennings Hinde. On beds of sponge-remains in the lower and upper greensand of the south of England.
J. Hopkinson. Magnetisation of iron.
W. N. Hartley. The absorption spectra of the alkaloids.
J. A. Ewing. Experimental researches in magnetism.
C. A. Mac Munn. Observations on the chromatology of actiniae.
F. O. Bower. On the development and morphology of Phylloglossum Drummondii.
G. B. Airy. Results deduced from the measures of terrestrial magnetic force in the horizontal plane, at the royal Observatory, Greenwich, from 1841 to 1876.
W. Crookes. On radiant matter spectroscopy. Part 2. Samarium.
W. M. Hicks. Researches on the theory of vortex rings. Part 2.
Rayleigh. On the clark cell as a standard of electro-motive force.

Vol. CLXXVII:

A. B. Kempe. A memoir on the theory of mathematical form.
W. Ramsay. On evaporation and dissociation. Part 1, 2.
O. Reynolds. On the theory of lubrication and its application to

Mr. Beauchamp Tower's experiments, including an experimental determination of the viscosity of olive oil.

C. A. Mac Munn. Further Observations on Enterochlorophyll and allied pigments.

———— Researches on Myohoematin and the Histohoematins.

J. C. Mc. Connell. An experimental investigation into the form of the wave-surface of quartz.

R. Owen. Description of fossil remains, including foot-bones, of Megalania prisca. Part 4.

J. Hopkinson. Dynamic-electric machinery.

J. A. Ewing. Effects of stress and magnetisation on the thermoelectric quality of iron.

Ch. A. Bell. On the sympathetic vibrations of jets.

Abney and Festing. Colour photometry.

Abney. The solar spectrum from λ 7150 to λ 10.000.

R. Owen. Description of fossil remains of two species of a Megalanian genus (Meiolania) from "Lord Howe's Island."

R. Lachlan. On systems of circles and spheres.

A. W. Reinolds. On the relation between the thickness and the surface tension of liquid films.

T. J. Parker. On the blood-vessels of Mustelus antarcticus; a contribution to the morphology of the vascular system in the vertebrata.

A. Sanders. Contributions to the central nervous system in vertebrate animals.

H. Tomlinson. The coefficient of viscosity of air.

———— The influence of stress and strain on the physical properties of matter.

List of the fellows of the royal Society. 1886. 4°.

Proceedings of the royal Society. London 1887. Vol. XLII. N°. 255—256. 8°.

Proceedings of the royal Institution of Great Britain. London 1887. Vol. XI. Part 3. 8°.

List of the members of the royal Institution of Great Britain. London 1886. 8°.

Monthly Notices of the royal astronomical Society. London 1887. Vol. XLVII. N°. 8. 8°.

Proceedings of the royal geographical Society. London 1887. New Series. Vol. IX. N°. 7—9. 8°.

Journal of the royal microscopical Society. London 1887. Part 4. 8°.

Journal of the royal Asiatic Society of Great Britain and Ireland. London 1887. Vol. XIX. Part 3. 8°.

Journal of the anthropological Institute of Great Britain and Ireland. London 1887. Vol. XVI. N°. 4. Vol. XVII. N°. 1. 8°.

Transactions of the zoological Society. London 1886—1887. Vol. XII. Part 4—6. 4°.

Inhoud:

4. A. M. Norman. On the Crustacea Isopoda of the "Lightning," "Porcupine" and "Valorous" expeditions.
5. E. T. Newton. On the remains of a gigantic species of bird from the lower eocene beds near Croydon.
6. Fr. E. Beddard and Fr Treves. On the anatomy of the sondaic Rhinoceros.
   Th. R. R. Stebbing. On some new exotic Amphipoda from Singapore and New-Zealand.

Proceedings of the scientific meetings of the zoological Society. London 1886. Part 4. 1887. Part 1—2. 8°.

Proceedings of the royal Irish Academy. Dublin 1884. Polite Litterature and Antiquities. 2d Series. Vol. II. N°. 5. 8°.

OOSTENRIJK-HONGARIJE.

Mittheilungen der kais. kön. geographischen Gesellschaft. Wien 1886. Band XXIX. 8°.

Verhandlungen der kais.-kön. zoologisch-botanischen Gesellschaft. Wien 1887. Band XXXVII. N°. 1—2. 8°.

Mittheilungen der anthropologischen Gesellschaft. Wien 1887. Band XVII. Heft 2. 4°.

Mittheilungen aus dem Jahrbuche der kön. ungarischen geologischen Anstalt. Budapest 1887. Band VII. Heft 6. Band VIII. Heft 5. 8°.

Jahresbericht der kön. ungarischen geologischen Anstalt für 1885. Budapest 1887. 8°.

Földtani Közlöny (Geologische Mittheilungen). Zeitschrift der ungarischen geologischen Gesellschaft. Budapest 1887. Kötet XVII. Füzet 1—6. 8°.

Casopis pro pestovani mathematiky a fysiky, a vydava Jednota Ceskych Mathematiku. Praze 1886. Rocnik XVI. Cislo 1—6. 8°.

Mittheilungen des Vereins der Aerzte in Steiermark. Graz 1887. Jahr 1886. 8°.

DUITSCHLAND.

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten über die physikalischen Eigenschaften der Ostsee und Nordsee und die Fischerei. Berlin 1887. Jahrg. 1886. Heft 7—9. 4°. Oblong.

Wochenschrift für klassische Philologie. Berlin 1887. Jahrg. 4. N°. 22–28. 4°.

Jahresbericht und Abhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins in Magdeburg. 1887. Jahrg. 1886. 8°.

Bericht der Wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde über den Zeitraum 1 April 1885 bis 31 März 1887. Hanau 1887. 8°.

Dr. H. G. Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs wissenschaftlich dargestellt in Wort und Bild. Leipzig 1882—1887. Band II. Porifera. Bearbeitet von Dr. G. C. J. Vosmaer. 8°.

Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft. Leipzig 1887. Jahrg. 22. Heft 2—3. 8°.

Zoologischer Anzeiger. Leipzig 1887. Jahrg. 10. N°. 254—260. 8°.

Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft. Frankfurt a. M. 1887. 8°.

Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft. Würzburg 1887. Neue Folge. Band XX. 8°.

Berichte der naturforschenden Gesellschaft. Freiburg i. B. 1886. Band I. 8°.

21, 22 und 23ster Bericht der Philomathie in Neisse. 1882—1886. 3 Dl. 8°.

Annalen des Vereins für nassauische Altertumskunde und Geschichtsforschung. Wiesbaden 1887. Band XX. Heft 1. roy. 8°.

10ter Bericht des botanischen Vereins in Landshut. 1887. 8°.

Jahrbuch für Geschichte, Sprache und Litteratur Elsass-Lothringens herausgegeben von dem historisch-litterarischen Zweigverein des Vogesen-Clubs. Strassburg 1887. Jahrg. 3. 8°.

D. Bierens de Haan. Quelques lettres inédites de René Descartes et de Constantijn Huygens. 8°.
(Hist. lit. Abthl. d. Zeitschrift für Mathematik und Physik. Band XXXII).

J. G. de Man. Uebersicht der indo-pacifischen Arten der Gattung Sesarma Say, nebst einer Kritik der von W. Hess und E. Nauck in den Jahren 1865 und 1880 beschriebenen Decapoden. 8°.
(Separatabdruck aus den zoologischen Jahrbüchern. Band II).

LUXEMBURG.

Observations météorologiques faites à Luxembourg. Luxembourg 1887. Vol. III—IV. 8°.

ITALIË.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Roma 1886. Serie 4ª. Memorie della Classe di scienze morali, storiche e filologiche. Vol. II. Parte 2ª. 4°.

Inhoud:

Notizie degli Scavi. Gennaio-Decembre 1886.

Atti della reale Accademia dei Lincei. Roma 1887. Serie 4ª. Rendiconti. Vol. III. 1°. Semestre. Fasc. 10—13. 2°. Semestre. Fasc. 1—3. 4°.

Indici e Cataloghi. IV. I codici Palatini della reale Biblioteca nazionale centrale di Firenze. Roma 1887. Vol. I. Fasc. 6. 8°.

Biblioteca nazionale centrale de Firenze. Bollettino delle pubblicazione Italiane. Firenze 1887. N°. 36 – 41. 8°.

Archivio per l'Antropologia e la Etnologia. Firenze 1887. Vol. XVII. Fasc. 1°. 8°.

Atti della reale Accademia delle Scienze. Torino 1887. Vol. XXII. Disp. 14—15. 8°.

Bollettino dell' Osservatorio della regia Universita di Torino. Anno XXI. 1886. 4°. Oblong.

Atti della Societa Toscana di Scienze naturali. Processi Verbali. Vol. V. Adunanza del 8 Maggio 1887. 8°.

DENEMARKEN.

Aarböger for nordisk Oldkyndighed og Historie, udgivne af det kongelige nordiske Oldskrift Selskab. Kjobenhavn 1887. 2te Raekke. Bind II. Hefte 2. 8°.

ZWEDEN EN NOORWEGEN.

Den Norske Nordhavs Expedition 1876—1878. Christiania 1887. XVIII*a*, *b*. H. Mohn. Nordhavets dybder, temperatur og strömninger. 4°.

Die internationale Polarforschung 1882—1883. Beobachtungs-Ergebnisse der norwegischen Polarstation Bosekop in Alten. Christiania 1887. Theil I. 4°.

Vandstandsobservationer, udgivet af den norske Gradmaalingskommission. Kristiania 1887. Hefte 4 – 5. 4°.

RUSLAND.

Verslagen van het keiz. aardrijkskundig Genootschap. St. Petersburg 1887. Deel XXIII. N°. 2. 8°. (In het Russisch).

Mémoires du Comité géologique. St. Pétersbourg 1887. Vol. IV. N°. 1. 4°.

Inhoud:

Allgemeine geologische Karte von Russland. Blatt 138. Geologische Beschreibung der Kreise Rewdinsk und Werch-Issetsk mit den angrenzenden Districten in Central Ural von A. Sayitzeff.

Bulletins du Comité géologique. St. Petersbourg 1887. Vol. VI. N°. 6—7. 8°. (In het Russisch).

Bibliothèque géologique de la Russie, 1886, composé de S. Nikitin. St. Pétersbourg 1887. 8°.

W. von Gutzeit. Nagaten und Mordken. Eine Erläuterung zur Münzkunde des alten Russlands. Riga 1887. 8°.

Sitzungs-Berichte der kurländischen Gesellschaft für Literatur und Kunst nebst Veröffentlichungen des kurländischen Provinzial-Museums aus dem Jahre 1886. Mitau 1887. 8°.

Magnetische Beobachtungen des Tifliser physikalischen Observatoriums in den Jahren 1884—1885. Tiflis 1887. 8°.

RUMENIE.

L. DE HURMUZAKI. Documente privitore la istoria Romanilor. Bucuresci 1887. Suplement I. Vol. III. Fasc. 1. 4°.

AZIË.

Journal of the Asiatic Society of Bengal. Calcutta 1887. Vol. LVI. Part 1. N°. 1. 8°.

Proceedings of the Asiatic Society of Bengal. Calcutta 1887. N°. 2—5. 8°.

Meteorological Observations recorded at six stations in India. Januarij—April 1887. 4°.

Annals of the royal botanic Garden. Calcutta 1887. Vol. I. 4°.

Inhoud:

G. KING. The species of Ficus of the Indo-Malayan and Chinese Countries. Part 1. Palaeomorphe and Urostigma.

Journal of the College of Science, Imperial University, Japan. Tokio 1887. Vol. I. Part 3. 4°.

Inhoud:

K. MITSUKURI. On the formation of the germinal layers in Chelonia.
S. WATASE. On the caudal and anal fins of gold-fishes.
C. SASAKI. Some notes on the giant Salamander of Japan (Cryptobranchus Japonicus, v. d. Hoeven).
A. TANAKADATE. A pocket galvanometer.
B. KOTO. Some occurrences of piedmontile in Japan.
S. SEKIYA. The severe Japan earthquake of the 15th of January 1887.

C. G. KNOTT. Notes on the electric properties of nickel and palladium.

A. TANAKADATE. Note on the constants of a lens.

AMERIKA.

Report of the Commissioner of Education for the year 1884—85. Washington 1886. 8°.

Circulars of information and Bulletins of the Bureau of Education for 1885. Washington 1886. 8°.

Results of the meteorological observations made at the Blue Hill meteorological Observatory, in the year 1886 under the direction of A. L. ROTCH. Boston 1887. 4°.

Annals of Harvard College Observatory. Cambridge 1887. Vol. XVIII. N°. 1—3. 4°.

Inhoud:

Magnitudes of stars employed in various nautical almanacs.
Discussion of the Uranometria Oxoniensis.
S. P. LANGLEY, C. A. YOUNG and E. C. PICKERING. Pritchards wedge photometer.

EDW. C. PICKERING. Observations of variable stars in 1886. 8°.
(Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences).

Transactions of the Wagner free Institute of Science. Philadelphia 1887. Vol. I. roy. 8°.

Inhoud:

A. HEILPRIN. Explorations on the West Coast of Florida and in the Okeechobee Wilderness.

Transactions of the astronomical Observatory of Yale University. New Haven 1887. Vol. I. Part 1. 4°.

Inhoud:

W. L. Elkin. Determination of the relative positions of the principal stars in the group of the Pleiades.

Journal of the American medical Association. Chicago 1887. Vol. VIII. N°. 24—26. Vol. IX. N°. 1—10. 4°.

E. Fletcher Ingals. Intubation of the larynx. 8°. (Reprinted from the New-York medical Journal. 1887).

Johns Hopkins University Circulars. Baltimore 1887. Vol. VI. N°. 58. 4°.

American Journal of Mathematics, edited by S. Newcomb. Baltimore 1887. Vol. IX. N°. 4. 4°.

American Journal of Philology, edited bij B. L. Gildersleeve. Baltimore 1887. Vol. VIII. N°. 2. 8°.

American chemical Journal, edited by Ira Remsen. Baltimore 1887. Vol. VIII. N°. 3—4. 8°.

Studies from the biological Laboratory, edited by H. Newell Martin. Baltimore 1887. Vol. IV. N°. 1—2. 8°.

Johns Hopkins University Studies in historical and political Science. Baltimore 1887. 5th Series. N°. 7—8. 8°.

Rapport annuel de la Commission géologique et d'Histoire naturelle du Canada. Nouvelle Série. Vol. I. 1885 Avec Mappes. 8°.

Memorias de la Sociedad cientifica »Antonio Alzate". Mexico 1887. Tomo I. N°. 1. 8°.

Boletin de estadistica del estado de Puebla. Puebla de Zaragosa 1887. Tomo 1. N°. 1—3. fol.

Revista do Observatorio, publicaçao mensal do imperial Observatorio do Rio de Janeiro. 1887. Anno II. N°. 5—7. 8°.

Anales de la Sociedad cientifica Argentina. Buenos Aires 1887. Tomo XXIII. Entr. 3—4. 8°.

Boletin de la Academia nacional de Ciencias en Cordoba. Buenos Aires 1886. Tomo IX. Entr. 1—3. 8°.

Verhandlungen des deutschen wissenschaftlichen Vereins zu Santiago. Valdivia 1887. Heft 5. 8°.

AUSTRALIË.

Proceedings of the Linnean Society of N. S. W. Sydney 1886. 2d Series. Vol. I. 8°.

Report of the trustees of the Australian Museum for 1886. fol.

AANGEKOCHT.

Oud-Holland. Nieuwe Bijdragen voor de geschiedenis der Nederlandsche Kunst, Letterkunde, Nijverheid, enz. Amsterdam 1887. Jaarg. 5. Afl. 2. 4°.

De Navorscher. Amsterdam 1887. Nieuwe Serie. Jaarg. 20. N°. 7—9. 8°.

Nederlandsche Oudheden van de vroegste tijden tot op Karel den Groote door W. Pleyte. Leiden 1887. Afl. 13. 4°.

Album Studiosorum Academiae Rheno-Traiectinae MDCXXXVI—MDCCCLXXXVI accedunt nomina curatorum et professorum per eadem secula. Ultraiecti 1886. 4°.

Bibliotheca Belgica. Livr. 79—82. 8°.

La grande Encyclopédie. Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts. Paris 1887. Livr. 84—96. 4°.

Journal des Savants. Paris, Juin—Août 1887. 4°.

Annales des Sciences naturelles. Paris 1887. 7e Série. Zoologie. Tome II. N°. 3—6. Botanique. Tome V. N°. 2—6. Tome VI. N°. 1. 8°.

Archives de Zoologie expérimentale et générale. Paris 1887. 2e Série. Tome V. N°. 1. 8°.

Bulletin des Sciences mathématiques. 1887. 2e Série. Tome XI. Juillet-Septembre. 8°.

Annales de Chimie et de Physique. Paris 1887. 6e Série. Tome XI. Juin-Août. Tome XII. Septembre. 8°.

A. Laporte. Histoire littéraire du dix-neuvième siècle. Paris 1887. Tome IV. Livr. 2—3. 8°.

The London, Edinburgh, and Dublin philosophical

Magazine and Journal of Science. London 1887. 5th Series. Vol. XXIV. N°. 146—148. 8°.

Annals and Magazine of natural History. London 1887. 5th Series. Vol. XX. N°. 115—117. 8°.

Journal of Anatomy and Physiology normal and pathological. London 1887. Vol. XXI. Part 4. 8°.

Dictionary of national Biography, edited by L. Stephen. London 1887. Vol. XI. (Clater Condell). 8°.

Astronomische Nachrichten. N°. 2789—2803. 4°.

Göttingische gelehrte Anzeigen. 1887. N°. 12—17. 8°.

Arbeiten aus dem kais. Gesundheitsamte. Berlin 1887. Band II. Heft 3—5. 4°.

Veröffentlichungen des kais. Gesundheitsamtes. Berlin 1887. Jahrg. XI. N°. 25—37. 4°.

Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Berlin 1887. Jahrg. 5. Heft 5—7. 8°.

Archiv für Naturgeschichte. Berlin 1885—1887. Jahrg. 51. Heft 6. Jahrg. 53. Band I. Heft 1. 8°.

Annalen der Physik und Chemie. Leipzig 1887. Neue Folge. Band XXXI. Heft 4—5. Band XXXII. Heft 1. 8°.

Beiblätter zu den Annalen der Physik und Chemie. Leipzig 1887. Band XI. St. 6—8. 8°.

Zeitschrift für physikalische Chemie. Leipzig 1887. Band I. Heft 6—8. 8°.

Journal für Ornithologie. Leipzig 1887. Jahrg. 35. Heft 1—2. 8°.

Der zoologische Garten. Frankfurt a. M. 1887. Jahrg. 28. N°. 4—8. 8°.

Dingler's polytechnisches Journal. Stuttgart 1887. Band CCLXVI. N°. 12—13. Band CCLXVII. N°. 1—11. 8°.

Bibliothèque universelle et revue Suisse. Lausanne 1887. 3e Période. Tome XXXV. N°. 101—103. 8°.

Archives des Sciences physiques et naturelles. Genève 1887. 3e Période. Tome XVII. N°. 6—8. 8°.

TEN GESCHENKE OF IN RUIL ONTVANGEN IN DE MAAND OCTOBER 1887.

NEDERLAND.

Nieuw Archief voor Wiskunde. Amsterdam 1887. Deel XIV. St. 1. 8.

D. Bierens de Haan. Bouwstoffen voor de geschiedenis der wis- en natuurkundige wetenschappen in de Nederlanden. 1887. 2de Verzameling. 8°.
(Niet in den handel).

J. Godefroy. De vochtabsorbtie uit den darm na verhooging van het Cl Na-gehalte van het bloed, inverband met de behandeling van Cholera. Amsterdam 1887. Academisch proefschrift. 8°.

P. A. M. H. Quaedvlieg. Bijdrage tot de kennis der lotgevallen van het uitwendig aangewende Jodoform en Jodol, in verband met de verklaring der jodoformvergiftiging. Amsterdam 1887. Academisch proefschrift. 8°.

Toespraak gehouden ter gelegenheid van het 90-jarig bestaan van het Genootschap ter bevordering der Natuur-, Genees- en Heelkunde te Amsterdam. 12 October 1880 door B. J. Stokvis. 8°.

Rapport der Commissie voor de cholera-therapie, uitgebracht in de algemeene vergadering van 4 Juli 1887, te Winschoten. 8°.
(Overgedrukt uit het Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde).

Nationaliteit en Natuurwetenschap. Rede tot opening van het eerste Nederlandsch natuur- en geneeskundig Congres door B. J. Stokvis. Haarlem 1887. 8°.

Tijdschrift uitgegeven door de Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van Nijverheid. Haarlem 1887. 4e Reeks. Deel XI. Afl. 10. 8°.

Verslag van den toestand der stads-Bibliotheek in de gemeente Haarlem over 1886. 8°.

Daniël Veth's reizen in Angola, voorafgegaan door eene schets van zijn leven, bewerkt door Dr. P. J. Veth en Joh. F. Snelleman. Haarlem 1887. 8°.

P. J. Veth. Hendrik Adriaan van Reede tot Drakestein. 8°.
(Overgedrukt uit »de Gids" 1887).

P. J. Veth. Johan Mauritz Mohr. 8°.
(Overgedrukt uit »de Gids" 1887).

———— Ontdekkers en onderzoekers. Leiden 1884. 2de Uitgave. 8°.

Sammlungen des geologischen Reichsmuseums in Leiden. I. Beiträge zur Geologie Ost-Asiens und Australiens. Leiden 1887. N°. 15. 8°.

M. de Vries. Van den Borchgrave van Couchi. Leiden 1887. 8°.
(Overgedrukt uit het »Tijdschrift van de Maatschappij der Nederlandsche Letterkunde", Dl. VII).

M. Tullii Ciceronis pro M. Caelio oratio ad iudices. Recognovit J. C. Vollgraff. Lugduni Bat. 1887. 8°.

Annales de l'Ecole polytechnique de Delft. Leide 1887. Tome III. 4°.

Inhoud:

P. H. Schoute. Sur le conplexe des droites dont les distances à deux droites données sont entre elles dans un rapport constant.
A. C. Oudemans Jr. Sur la connexion entre le caractère chimique et le pouvoir rotatoire des substances actives.

Verslag over den staat der gestichten voor krankzinnigen, in de jaren 1875, 1876 en 1877 aan den Minister van Staat, Minister van Binnenlandsche Zaken ingediend door de inspecteurs voor het staatstoezicht op krankzinnigen. 's Gravenhage 1887. 4°.

Verslagen aan den Koning betrekkelijk den dienst der posterijen, der rijkspostspaarbank en der telegrafen in Nederland. 1886. III. Telegrafen. 's Gravenhage 1887. 4°.

Tijdschrift van het koninklijk Instituut van Ingenieurs. 's Gravenhage 1887. Jaar 1886—1887. 5de Aflevering. 1ste gedeelte. Jaar 1887—1888. 1ste Aflevering. 2de gedeelte. 4°.

Bijdragen tot de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië, uitgegeven door het koninklijk Instituut voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië. 's Gravenhage 1887. 5de Reeks. Deel II. Afl. 4. 8°.

W. C. M. DE JONGE VAN ELLEMEET. Museum Catsianum. 's Gravenhage 1887. 2de vermeerderde Uitgave. roy. 8°.

L. A. J. W. SLOET. De dieren in het Germaansche volksgeloof en volksgebruik. 's Gravenhage 1887. 1ste Gedeelte. 8°.

J. FRANCK. Etymologisch woordenboek der Nederlandsche taal. 's Gravenhage 1887. Afl. 5. 8°.

Algemeen Nederlandsch Familieblad, tijdschrift voor geschiedenis, geslacht-, wapen-, zegelkunde, enz. 's Gravenhage 1887. Jaarg. 4. N°. 9. 4°.

Catalogus codicum manu scriptorum Bibliothecae Universitatis Rheno-Trajectinae. Trajecti ad Rhenum 1887. roy. 8°.

Aeschylos' Agamemnon vertaald door L. A. J. BURGERSDIJK. Deventer 1887. 4°.

Nederlandsch kruidkundig Archief. Verslagen en Mededeelingen der Nederlandsche botanische Vereeniging. Nijmegen 1887. 2de Serie. Deel V. Stuk 1. 8°.

Alphabetisch Register op den systematischen Catalogus der provinciale Bibliotheek van Friesland. Leeuwarden 1887. 8°.

H. C. Rogge. Een band met tractaten van David Joris. 8°.
(Bibliographische Adversaria. N. R. I.).

Statistiek van het koninkrijk der Nederlanden. Nieuwe Serie. Staten van de in-, uit- en doorgevoerde voornaamste handelsartikelen gedurende de maand Augustus 1887. 's Gravenhage 1887. fol.

Verzamelingstabel der waterhoogten langs de kusten van de Noordzee, Zuiderzee en de Nederlandsche rivieren, waargenomen in de maand Juni 1887. fol.

Verzamelingstabel der waterhoogten volgens de bladen der zelfregistreerende peilschalen, waargenomen in de maand Juni 1887. fol.

NEDERLANDSCH-INDIË.

Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië, uitgegeven door de koninklijke natuurkundige Vereeniging. Batavia 1887. Deel XLVI. 8°.

Tijdschrift voor nijverheid en landbouw in Nederlandsch-Indië, uitgegeven door de Nederlandsch-Indische Maatschappij van nijverheid en landbouw. Batavia 1887. Deel XXXV. Afl. 3. 8°.

Annales du Jardin botanique de Buitenzorg. Leide 1887. Vol. VII. Part. 1. 8°.

BELGIE.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des beaux-Arts de Belgique. Bruxelles 1887. 3e Série. Tome XIV. N°. 8. 8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique. Bruxelles 1887. 4e Série. Tome I. N°. 8. 8°.

Annales de la Société entomologique de Belgique. Bruxelles 1883—1886. Tome XXVII et XXX. 2 Dl. 8°.

Société royale malacologique de Belgique. Procès-verbaux des séances du 7 Août 1886 à 4 Décembre 1886. 8°.

J. Hubert. De l'avortement médical. Bruxelles 1887. 8°. (Extrait du Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique. Tome XI).

J. J. Thonissen. Une bibliothèque belge de l'an mcv. Bruxelles 1867. 8°.
(Extrait des Bulletins de l'Académie royale de Belgique. 2e Série. Tome XXIII).

——————— Le problème de la population dans ses rapports avec les lois de la nature et les prescriptions de la morale. 8°.
(Extrait des Bulletins de l'Académie royale de Belgique. 2e Série. Tome X).

F. Nève. Travaux philosophiques de Monseigneur N. J. Laforet. Bruxelles 1874. 8°.
(Extrait de l'Annuaire de l'Académie royale de Belgique. 1874).

L. DE MONGE. Essai sur les deux premiers siècles de de l'Université de Louvain. Bruxelles 1864. 8°. (Extrait du Journal de Bruxelles. 1864).

Université catholique de Louvain. Liber memorialis 1834—1884. Louvain 1887. 8°.

Annuaire de l'Université catholique de Louvain. 1887. 51e Année. 8°.

F. C. CEULEMANS. De parvulis qui sine baptismo moriuntur. Lovanii 1886. Dissertatio. 8°.

A. VAN HOONACKER. De rerum creatione ex nihilo. Lovanii 1886. Dissertatio. 8°.

G. J. CRETS. De divina bibliorum inspiratione. Lovanii 1886. Dissertatio. 8°.

L. DE LANTSHEERE. Du bien au point de vue ontologique et moral. Louvain 1886. Dissertation. 8°.

FRANKRIJK.

Comptes-rendus des séances de l'Académie des Sciences. Paris 1887. Tome CV. N°. 12—16. 4°.

Académie des Inscriptions et belles-Lettres. Comptes rendus des séances de l'année 1887. Paris 1887. 4e Série. Tome XV. Avril—Juin. 8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Paris 1887. 3e Série. Tome XVIII. N°. 38—42. 8°.

Journal de l'Ecole polytechnique. Paris 1886. Cahier 56. 4°.

Inhoud:

MOUTARD. Recherches sur les équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes.
R. LIOUVILLE. Sur les formes intégrales des équations linéaires du second ordre.
L. LÉVY. Sur quelques équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre.
H. POINCARÉ. Mémoire sur la réduction simultanée d'une forme quadratique et d'une forme linéaire.
G. O. BONNET. Démonstration nouvelle de deux théorèmes de M. BERTRAND.
CH. BRISE. Démonstration du théorème de d'Alembert.
G. FOURET. Mémoire sur certains mouvements dans lesquels des arcs d'une même courbe plane, comptés à partir d'une origine fixe, sont parcourus dans le même temps que les cordes correspondantes.

Bulletin de la Société mathématique de France. Paris 1887. Tome XV. N°. 6. 8°.

Comptes-rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie. Paris 1887. 8e Série. Tome IV. N°. 19—31. 8°.

Bulletin de la Société zoologique de France. Paris 1887. Vol XI. Part 5—6. Vol. XII. Part 1—4. 8°.

Bulletin de la Société botanique de France. Paris 1884—1886. Tome XXX, Comptes-rendus N°. 5—6. 6 bis, Revue bibliographique E. Session extraordinaire. Part 1—3. Tome XXXI et Tome XXXII. 8°.

Journal d'Hygiène. Paris 1887. 13e Année. Vol. XII. N°. 575—579. 4°.

Mission scientifique au cap Horn 1882—1883. Paris 1885—1887. Tome II. Météorologie par J. LEPHAY. Tome III. Magnétisme terrestre. Recherches sur la

constitution chimique de l'atmosphère. Tome IV. Géologie par le Dr. HYADES. 4°.

Collection de documents inédits sur l'histoire de France.

a. A. CHÉRUEL. Lettres du cardinal Mazarin pendant son ministère. Paris 1887. Tome IV. 4°.

b. J. GUIFFREY. Comptes des bâtiments du roi sous le règne de Louis XIV. Paris 1887. Tome II. 4°.

Publications de l'Ecole des Langues orientales vivantes. Paris 1885—1886. 1e Série. Tome IX. Fasc. 5. 2e Série. Tome I. Fasc. 4. Vol. V. Fasc. 1. Vol. VIII. Vol. XII. Part 2. Vol. XV. Vol. XVIII—XIX. 3e Série. Vol I. 9 dl. roy. 8°.

Inhoud, 1e Série. Tome IX. Fasc. 5.

G. URECHI. Chronique de Moldavie depuis le milieu der XIVe siècle jusqu'à l'an 1594. Traduction française par E. PICOT.

2e Série. Tome IV. Fasc. 4. Vol. V. Fasc. 1.

A. C. BARBIER DE MEYNARD. Dictionnaire Turc-Français. Supplément aux dictionnaires publiés jusqu'à ce jour. Vol. I—II.

Tome VIII:

CH. SCHEFER. Chrestomathie Persane. Tome II.

Vol. XII. Part 2:

H. DERENBOURG. Ousâma ibn Mounkidh. Un émir syrien au premier siècle des croisades. (1095—1188).

Vol. XV.

Kim vân Kiêu. Tan Truyên, publié et traduit par A. DES MICHELS. Tome II. Part. 1.

Vol. XVIII.

O. HOUDAS. Le Maroc de 1631 à 1812, extrait de l'ouvrage inti-

tulé Ettordjemân Elmo 'arib 'an douel elmachrig ou 'Lmaghrib de Aboulqâsem ben Ahmed Ezziâni.

Vol. XIX.

Nouveaux Mélanges orientaux.

3e Série. Tome I.

G. Devéria. La frontière Sino-Annamite. Description géographique et ethnographique.

Annales du Musée Guimet. Revue de l'histoire des religions. Paris 1886—1887. Tome XIV. N°. 2—3. Tome XV. N°. 1—3. 8°.

Annales de l'Observatoire de Nice. Paris 1887. Tome II. 4°.

Inhoud:

Bassot et Perrotin. Détermination de la différence de longitude entre Paris et Nice.
Celoria et Perrotin. Détermination de la différence de longitude entre Milan et Nice.
Perrotin. Latitude provisoire de l'Observatoire.
————. Mesures micrométriques d'étoiles doubles.
Perrotin et Charlois. Observations de comètes et de planètes faites à l'équatorial de Gautier de 0.m38 d'ouverture.
Thollon. Spectroscopie-solaire.

Bulletin de la Société des Sciences de Nancy. Paris 1887. 2e Série. Tome VIII. Fasc. 20. 8°.

E. Guimet. Sécurité dans les théatres. Lyon 1887. 8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et belles-Lettres. Toulouse 1886. 8e Série. Tome VIII. 8°.

Recueil de l'Académie de Législation de Toulouse. 1885—86. Tome XXXIV. 8°.

Mémoires de la Société des Antiquaires de Picardie. Amiens 1887. 3e Série. Tome IX. 8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Arts et belles-Lettres de Dyon. 1887. 3e Série. Tome IX. 8°.

Mémoires de la Société des Antiquaires de la Morinie. St. Omer 1887. Tome XX. 8°.

Bulletin historique de la Société des Antiquaires de la Morinie. St. Omer 1887. Nouvelle Série. Livr. 140—142. 8°.

Bulletin de la Société des Antiquaires de Picardie. Amiens 1886. Année 1886. N°. 1—4. Année 1887. N°. 1. 8°.

Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-orientales. Perpignan 1887. Tome XXVIII. 8°.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1885—1886. Rouen 1887. 8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, belles Lettres et Arts de Savoie. Chambéry 1887. 3e Série. Tome XII. Avec atlas. 4e Série. Tome I. 8°.

GROOT-BRITTANNIË EN IERLAND.

Proceedings of the royal Society. London 1887. Vol. XLII. N°. 257. Vol. XLIII. N°. 258. 8°.

Journal of the royal Asiatic Society of Great Britain and Ireland. London 1887. New Series. Vol. XIX. Part 4. 8°.

Proceedings of the royal geographical Society. London 1887. New Series. Vol. IX. N°. 10. 8°.

Journal of the royal microscopical Society. London 1887. Part 5. 8°.

Transactions of the clinical Society. London 1887. Vol. XX. 8°.

1st Report of Dr. John Francis Churchill's free stoechiological dispensary, for consumption, and diseases of the lungs, windpipe, nose and throat with an appendix on croup, diphtheria, and hay-fever. London 1886. 8°.

OOSTENRIJK-HONGARIJE.

Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften. Wien 1886—1887. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. Band LI—LII. 4°.

Inhoud. Band LI.

VON ESCHERICH. Zur Theorie der linearen Differentialgleichungen.
ROLLETT. Untersuchungen über den Bau der quergestreiften Muskelfasern.
VON OPPOLZER. Entwurf einer Mondtheorie.
SPITALER. Die Wärmevertheilung auf der Erdoberfläche.
ZUKAL. Mycologische Untersuchungen.
FRAUSCHER. Das Unter-Eocän der Nordalpen und seine Fauna. 1. Theil. Lamellibranchiata.
STAPF. Die botanischen Ergebnisse der Polak'schen Expedition nach Persien im Jahre 1882. Theil II.
——— Beiträge zur Flora von Lycien, Carien und Mesopotamien. Jahre 1881, 1882, 1883. Theil III.
SCHRAM. Tafeln zur Berechnung der näheren Umstände der Sonnenfinsternisse.

Band LII;

TH. VON OPPOLZER. Canon der Finsternisse.

Register zu den Bänden XV—XXXV der Denkschriften der philosophisch-historischen Classe der kais. Akademie der Wissenschaften. Wien 1886. N°. II. 4°.

Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften. Wien 1886—1887. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. 1ste Abtheilung. Band XCIII. Heft 4—5. Band XCIV. Heft 1—5. 2te Abtheilung. Band XCIII. Heft 3—5. Band XCIV. Heft 1—5. Band XCV. Heft 1—2. 3te Abtheilung. Band XCIII. Heft 1—5. Band XCIV. Heft 1 - 2. 8°.

Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften. Wien 1885—1887. Philosophisch-historische Classe. Band CX—CXIII. Band CXIV. Heft 1. 8°.

Archiv der oesterreichische Geschichte, herausgegeben von der kais. Akademie der Wissenschaften. Wien 1886. Band LXVIII. 2te Hälfte. Band LXIX—LXX. 8°.

Magnetische und meteorologische Beobachtungen an der k. k. Sternwarte zu Prag im Jahre 1886. Jahrg. 47. 4°.

Jahrbuch des kais. kön. geologischen Reichsanstalt. Wien 1887. Band XXXVII. Heft 1. 8°.

Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. Wien 1887. N°. 2—8. 8°.

Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn. 1886. Band XXIV. Heft 1—2. 8°.

IV. Bericht der meteorologischen Commission des naturforschenden Vereines in Brünn. Ergebnisse der

meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1884. Brünn 1886. 8°.

Mittheilungen des naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark. Graz 1886. Jahrg. 1885. 8°.

Mittheilungen des historischen Vereines für Steiermark. Graz 1887. Heft 35. 8°.

Beiträge zur Kunde steiermärkischer Geschichtsquellen, herausgegeben vom historischen Vereine für Steiermark. Graz 1887. Jahrg. 22. 8°.

Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. Budapest 1887. Band IV. 8°.

Ungarische Revue. Budapest 1887. 7ter Jahrg. Heft 1—7. roy. 8°.

Magyar tud. Akadémiai Almanach naptarral 1887. Budapest 1886. 8°.

Archaeologiai ertesitó. Budapest 1886. Kötet VI. Szam 3—5. Kötet VII. Szam 1—2. 8°.

A magyar tud. Akademia Evkönyvei. Budapest 1886. Kötet XVII. Darab 4. 4°.

Archaeologiai Közlemények. Budapest 1886. Kötet XV. 8°.

Mathematikai es termeszettudomanye Közlemények. Budapest 1885—1886. Kötet XXI. Szam 2—5. 8°.

Mathematikai es termeszettudomanyi Ertesito. Budapest 1886—1887. Kötet IV. Füzet 7—9. Kötet V. Füzet 1—5. 8°.

Ertekezések a mathematikai tudomanyok Köreböl. Budapest 1886. Kötet XIII. Szam 1—2. 8°.

Ertekezések a termeszettudomanyok Köreböl. Budapest 1885—1886. Kötet XV. Szam 19. Kötet XVI. Szam 1—6. Kötet XVII. Szam 1. 8°.

Értekezések a nyelv- es szeptudomanyok Körebol. Budapest 1885—1886. Kötet XIII. Szam 3—4. 6—12. 8°.

Értekezések a tarsadalmi tudomanyok Köreböl. Budapest 1886—1887. Kötet VIII. Szam 7—10. Kötet XI. Szam 1. 8°.

Ertekezések a történelmi tudomanyok Körebol. Budapest 1886. Kötet XIII. Szam 2, 4—5. 8°.

Magyar tudomanyok Akademia elhunt tagjai fölött tartott Emlekbeszedek. Budapest. Kötet IV. Szam 2—5. 8°.

Magyar tudomanyok Akademia Ertesitöje. 1886. Szam 3—7. 1887. Szam 1—3. 8°.

Nyelvtudomanyi Közlemények. Budapest 1886. Kötet XX. Füzet 1—2. 8°.

Codex diplomaticus Hungaricus Andegavensis. Budapest 1887. Kötet V. 8°.

Monumenta comitialia regni Transsylvaniae. Budapest 1886. Kötet XI. 8°.

Regi magyar koltök tara. Budapest 1886. Kötet V. 8°. (Archiv alter ungarischer Dichter).

L. Ovary. Diplomatarium relationum Gabrielis Bethlen cum venetorum republica. Budapest 1886. 8°.

J. Balassa. A phonetik elemei, különös tekintettel a magyar nyelvre. Budapest 1886. 8°.
(Die Elemente der Phonetik mit besonderer Berücksichtigung der ungarischen Sprache).

A. Velics. Magyarorszagi török kincstári defterek. Budapest 1886. Kötet I. 8°.
(Defter's des turkischen Fiskus in Ungarn).

G. Wlassics. A bünkiserlet es bevégzett büncselekmeny. A tettesség es részesseg tana. Budapest 1887. Kötet II. 8°.
(Das vollendete und verzuchte Verbrechen; die Thäterschaft und Theilnahme).

R. Munkacsi. Votjak nepköltészeti hagyomonyok. Budapest 1887. 8°.
(Ueberreste votjak'scher Volksdichtung).

A. Ipolyi. Also Sztregovai es Rimai Rimay-Janos allamiratai és levelezése. Budapest 1887. 8°.
(Staatsschriften und Correspondanz Johann Rimay's de Also-Sztregova und Rima.

L. Szadeczky. Bathony Istvan lengyel kiralylya valasztasa. Budapest 1887. 8°.
(Die Wahl Stefan Bathory's zum König von Polen).

K. Thaly. A szekesi gróf Bercsenyi Csalad. 1470—1835. Budapest 1887. Kötet II. 8°.
(Die Familie des grafen Bercsenyi).

Ethnologische Mittheilungen aus Ungarn. Zeitschrift für die Volkskunde der Bewohner Ungarns und seiner Nebenländer. Budapest 1887. Jahrg. I. Heft 1. 4°.

DUITSCHLAND.

Abhandlungen der kön. Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus dem Jahre 1886. Berlin 1887. 4°.

Inhoud:

Schülze. Ueber den Bau und das System der Hexactinelliden.
Vahlen. Ueber die Annalen des Ennius.
Tobler. Das Spruchgedicht des Girard Pateg.
Wattenbach. Ueber die Inquisition gegen die Waldenser in Pommern und der Mark Brandenburg.
Diels. Ueber das dritte Buch der Aristotelischen Rhetorik.
Wilcken. Actenstücke aus der königlichen Bank zu Theben in den Museen zu Berlin, London, Paris.
G. Hirschfeld. Die Felsenreliefs in Kleinasien und das Volk der Hittiter. Zweiter Beitrag zur Kunstgeschichte Kleinasiens.

Sitzungsberichte der kön. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1887. N°. 19—39. 8°.

Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Berlin 1887. Band CVIII. Heft 3. Band CIX. Heft 1, 3. 8°.

Abhandlungen herausgegeben vom naturwissenschaftlichen Vereine zu Bremen. 1887. Band IX. Heft 4. 8°.

71ster Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft in Emden, 1885—86. Emden 1887. 8°.

Jahrbuch der Gesellschaft für bildende Kunst und vaterländische Altertümer. Emden 1887. Band VII. Heft 2. 8°.

F. Buchenau. Flora der ostfriesischen Inseln. Norden 1881. 8°.

64ster Jahres-Bericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. Breslau 1887. 8°.

J. Krebs. Zacharias Allerts Tagebuch aus dem Jahre 1627. Breslau 1887. 8°.
(Ergänzungsheft zum 64 Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterl. Cultur).

Neues lausitzisches Magazin, herausgegeben von der oberlausitzischen Gesellschaft der Wissenschaften. Görlitz 1887. Band LXIII. Heft 1. 8°.

Jahrbücher der königlichen Akademie gemeinnütziger Wissenschaften zu Erfurt. 1887. Neue Folge. Heft 15. 8°.

Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande und Westfalens. Bonn 1887. Jahrg. 64. 1ste Hälfte. 8°.

Jahrbücher des Vereins von Alterthumsfreunden im Rheinlande. Bonn 1887. Heft LXXXIII. roy. 8°.

Abhandlungen der kön. Gesellschaft der Wissenschaften. Göttingen 1886. Band XXXIII. 4°.

Inhoud:

P. de Lagarde. Neu-Griechisches aus Klein-Asien.
F. Wüstenfeld. Fachr-ed-dîn der Drusenfürst und seine Zeitgenossen.
J. Weizsäcker. Der Pfalzgraf als Richter über den König.
J. Frensdorff. Das statutarische Recht der deutschen Kaufleute in Nowgorod. Abth. I.
P. de Lagarde. Novae psalterii graeci editionis specimen.

Nachrichten von der kön. Gesellschaft der Wissenschaften und der Georg-Augusts Universität aus dem Jahre 1886. Göttingen 1886. 8°.

Abhandlungen der philologisch-historischen Classe der kön. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. Leipzig 1887. Band X. N⁰. 3—5. 4⁰.

Inhoud:

3. M. Voigt. Ueber die statsrechtliche possessio und den ager compascuus der römischen Republik.
4. O. E. Schmidt. Die handschriftliche Ueberlieferung der Briefe Ciceros an Atticus, Q. Cicero, M. Brutus in Italien.
5. F. Hultsch. Scholien zur Sphaerik des Theodosios.

Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe der kön. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. Leipzig 1887. Band XIII. N⁰. 8—9. 4⁰.

Inhoud:

8. R. Leuckart. Neue Beiträge zur Kenntniss des Baues und der Lebensgeschichte der Nematoden.
9. C. Neumann. Ueber die Methode des arithmetischen Mittels. 1ster Abtheilung.

Berichte über die Verhandlungen der kön. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. Leipzig 1887. Mathematisch-physische Classe, 1886. Supplement. Philologisch-historische Classe, 1886. N⁰. 2. 1887. N⁰. 1—3. 8⁰.

Jahresbericht der Fürstlich Jablonowski'schen Gesellschaft. Leipzig 1887. 8⁰.

Archiv der Mathematik und Physik. Leipzig 1887. 2te Reihe. Teil V. Heft 2—3. 8⁰.

Zoologischer Anzeiger. Leipzig 1887. Jahrg. X. N⁰. 261—263. 8⁰.

Petermann's Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt. Gotha 1887. Band XXXIII. N⁰. 6—9. Ergänzungsheft. N⁰. 87. 4⁰.

Zeitschrift für Naturwissenschaften, herausgegeben im Auftrage des naturwissenschaftlichen Vereins für Sachsen und Thüringen. Halle 1886—1887. 4te Folge. Band V. Heft 6. Band VI. Heft 1—2. 8°.

Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, herausgegeben von der medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft. Jena 1887. Band XX. Heft 1—4. Band XXI. Heft 1. 8°.

25ster Bericht der oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Giesen 1887. 8°.

Archiv des Vereins der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg. Güstrow 1886. Jahr 40. 8°.

Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Classe der kön. bayerischen Akademie der Wissenschaften. München 1886—1887. Band XV. Abth. 3. Band XVI. Abth. 1. 4°.

Inhoud, Band XV, Abth. 3:

E. Lommel. Die Beugungserscheinungen geradlinig begrenzter Schirme.

H. Seeliger. Ueber den Einfluss dioptrischer Fehler des Auges auf das Resultat astronomischer Messungen.

A. Miller. Der primäre und sekundäre longitudinale Elastizitätsmodul und die thermische Konstante des Letzteren.

Band XVI, Abth. 1;

L. Radlkofer. Monographiae generis Serjaniae supplementum .Ergänzungen zur Monographie der Sapindaceen-Gattung Serjania.

J. Lüroth. Ueber die kanonischen Perioden der Abel'schen Integrale. 2te Abhandlung.

Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der kön. bayerischen Akademie der Wissenschaften. München 1887. Heft 1. 8°.

Sitzungsberichte der philosophisch-philologischen und historischen Classe der kön. bayerischen Akademie der Wissenschaften. München 1887. Jahr 1886. Heft 4. 1887. Heft 1—2. 8°.

Gedächtnisreden auf J. von Fraunhofer, L. von Ranke und C. Th. von Siebold. München 1886—1887. 3 stuks. 4°.

Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. Stuttgart 1887. Jahrg. 43. 8°.

ZWITSERLAND.

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences naturelles. Lausanne 1887. 3e Série. Vol. XXIII. N°. 96. 8°.

Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft aus dem Jahre 1886. Bern 1887. N°. 1143—1168. 8°.

Actes de la Société helvétique des Sciences naturelles réunie à Genève les 10, 11 et 12 Août 1886. Genève 1886. 69e Session. 8°.

Compte rendu des travaux présentés à la 69e session de la Société helvétique des Sciences naturelles réunie à Genève les 10, 11 et 12 Août 1886. Genève 1886. 8°.

ITALIË.

Biblioteca nazionale centrale di Firenze. Bollettino delle pubblicazione italiane. Firenze 1887. N°. 42—43. 8°.

Archivio per l'Antropologia e la Etnologia. Firenze 1887. Vol. XVII. Fasc. 2. 8°.

Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere. Rendiconti. Milano 1886. Serie 2. Vol. XIX. 8°.

Memorie della regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti. Modena 1882—1886. Tomo XX. Parte 3. Serie 2. Vol. IV. 4°.

Inhoud, Tomo XX. Parte 3.

A. Favaro. Spigolature Galileiane dalla autografoteca Campori di Modena.
G. Franciosi. Gli amori del l'idea.
L. Salimbeni. Nota bibliografica intorno gli Scacchi, scritti dal conte V. Salimbeni.
G. Franciosi. Alfa ed Omega.

Serie 2. Vol. IV.

D. Ragona. Sulle condizioni meteoriche di Giugno 1884.
A. Ricco. Nuove elettromagnete a rotolo.
L. Olivi. Dell' immunita della casa della legazione e del diritto di Asilo.
D. Pantanelli. Monografia degli strati pontici del miocene superiore nell' Italia settentrionale e centrale.
C. Castori. Il diritto di estradizione.
D. Valeri. Intorno ad alcuni iperboloidi che passano per quattro punti.
P. D. Marianini. Teorema generale per la ricerca dei valori limiti corrispondenti a forme indeterminate; seguito da una dimostrazione del teorema di Taylor.
G. Campori. Margherita di Valois e i prestatori fiorentini.
G. Camus. L'opera Salernitana „Circa Instans" ed il testo primitivo del „Grant Herbier en Francoys" secondo due codici del secolo XV, conservati nella R. Biblioteca Estense.

Atti della Societa Toscana di Scienze naturali. Pisa 1887. Memorie. Vol. VIII. Fasc. 2. roy. 8°.

Atti della Societa Toscana di Scienze naturali. Processi Verbali. Vol. V. Adunanza del 3 Luglio 1887. 8°.

Rendiconti dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Napoli 1886. Anno XXV. Fasc. 4 – 12. 4°.

Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel. Berlin 1887. Band VII. Heft 2. 8°.

ZWEDEN EN NOORWEGEN.

Upsala Universitets Arsskrift. 1886. Upsala 1886. 8°.

F. C. Schübeler. Norges vaextrige. Et bidrag til Nord-Europas Natur- og Culturhistorie. Christiania 1886. Band I. Hefte 2. Band II. Hefte 1. 4°.

DENEMARKEN.

Mémoires de l'Académie royale de Copenhague. 1887. Classe des Sciences. Vol. IV. N°. 3. 4°.

Inhoud:

A. Hannover. Primordialbrusken og dens forbening i truncus og extremiteter hos menneket for födselen.
(Le cartilage primordial et son ossification dans le tronc et les extrémités chez l'homme avant la naissance).

Oversigt over det kongelige danske videnskabernes Selskabs forhandlinger. Kjobenhavn 1886. N°. 3. 1887. N°. 1. 8°.

Regesta diplomatica historiae danicae. Kjobenhavn 1886. Series 2ª. Tome 1. N°. 5. 4°.

Aarböger for nordisk oldkyndighed og historie, udgivne af det kongelige nordiske Oldskrift Selskab. Kjobenhavn 1887. 2e Raekke. Bind II. Hefte 3. 8°.

RUSLAND.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences. St. Pétersbourg 1887. Tome XXXV. N°. 1—2. 4°.

Inhoud:

1. A. von Gutschmid. Untersuchungen über die Geschichte des Königreichs Osroëne.
2. A. Strauch. Bemerkungen über die Geckoniden-Sammlung im zoologischen Museum der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg.

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences. St. Pétersbourg 1887. Tome XXXI. N°. 4. 8°.

Verslagen van het keiz. aardrijkskundig Genootschap. St. Petersburg 1887. Deel XXIII. N°. 3. 8°. (In het Russisch).

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes. Moscou 1887. Année 1886. N°. 4. Année 1887. N°. 1—2. 8°.

Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft. Dorpat 1887. Band VIII. Heft 1. 8°.

Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands, herausgegeben von der Dorpater Naturforscher-Gesellschaft. Dorpat 1887. 1ste Serie. Band IX. Lief. 4. 8°.

Festrede am Tage der Enthüllung des in Dorpat errichteten Denkmals für K. E. von Baer gehalten von Dr. E. Rosenberg. Dorpat 1886. 4°.

Festrede zur Jahresfeier der Stiftung der Universität Dorpat sowie Universitäts-Jahresbericht für das Jahr 1886. Dorpat 1886. 4°.

G. Loeschki. Boreas und Oreithyia am Kypseloskasten. Dorpat 1886. 4°.

W. von Rohland. Die Gefahr im Strafrecht. Dorpat 1886. 8°.

A. Berg. Zur Casuistik der diffusen Hirnsclerose. Dorpat 1886. 8°.

Th. Dobbert. Beiträge zur Innervation des Pylorus. Dorpat 1886. 8°.

V. Feldt. Der Kohlensäuregehalt der Luft in Dorpat bestimmt in den Monaten Februar bis Mai 1887. Dorpat 1887. 8°.

A. Frantzen. Zur Mechanik des Magens beim Brechacte. Dorpat 1887. 8°.

W. Fromhold-Treu. Ueber die Beeinflussung der peripheren Gefässe durch Hautreizmittel und den electrischen Strom. Dorpat 1887. 8°.

H. Graff. Ein Fall von Hemiatrophia facialis progressiva verbunden mit neuroparalytischer Ophthalmie. Dorpat 1886. 8°.

R. von Grot. Ueber die in der hippokratischen Schriftensammlung enthaltenen pharmakologischen Kenntnisse. Dorpat 1887. 8°.

L. Helmsing. Ueber den Nachweis des Cocaïns im Thierkörper. Dorpat 1886. 8°.

E. Heucking. Ueber die Organisation des Thrombus. Dorpat 1886. 8°.

Th. Hindess. Ueber Zusammensetzung und Entstehung der Harnsteine. Dorpat 1886. 8°.

E. von Hirschheydt. Ueber die Wirkung des Crotonöls. Dorpat 1886. 8°.

B. Hlasko. Beiträge zur Beziehung des Gehirns zum Magen Dorpat 1887. 8°.

A. von Knaut. Innervation des Magens seitens des Rückenmarks in Hinsicht auf den Brechakt. Dorpat 1886. 8°.

H. von Kozuchowski. Statistisch-casuistischer Beitrag zur Kenntniss der Fistula Ani. Dorpat 1886. 8°.

H. Krysinski. Ueber den heutigen Stand der Argyriefrage. Dorpat 1886. 8°.

H. Laurentz. Beitrag zum forensisch-chemischen Nachweis des Hydrochinon und Arbutin im Thierkörper. Dorpat 1886. 8°.

C. Martinson. Ueber die Häufigkeits- und Abhängigkeitsverhältnisse des Pannus bei Trachom. Dorpat 1886. 8°.

F. Paulson Ein Beitrag zur Kenntniss der Lepra in den Ostseeprovinzen Russlands. Dorpat 1886. 8°.

O. Poetschke. Die Verwerthung der Gesichtsfeldprüfung für die Diagnostik und Prognostik der Amblyopien. Dorpat 1886. 8°.

C. Schneider. Biostatik dreier im lettischen Theile Livlands belegenen Kirchspiele Lemsal, Ubbenorm und Pernigel in den Jahren 1834—1883. Dorpat 1886. 8°.

J. Schomacker. Beitrag zum forensisch-chemischen Nachweise des Resorcin und Brenzcatechin im Thierkörper. Dorpat 1886. 8°.

P. Siem. Ueber die Wirkung des Aluminiums und des Berylliums auf den thierischen Organismus. Dorpat 1886. 8°.

A. Sohrt. Pharmacotherapeutische Studien über das Hyoscin. Dorpat 1886. 8°.

H. Taube. Beitrag zur Percussion des Magens. Dorpat 1887. 8°.

H. Thomson. Ueber die Beeinflussung der peripheren Gefässe durch pharmakologische Agentien. Dorpat 1886. 8°.

N. Tufanow. Ueber Cyclamin. Dorpat 1886. 8°.

J. Türstig. Mittheilungen über die Entwickelung der primitiven Aorten nach Untersuchungen an Hühnerembryonen. Dorpat 1886. 8°.

O. Walter. Experimentelle und klinische Beobachtungen über die Wirkung des Hyoscins in der Augenheilkunde. Dorpat 1887. 8°.

R. Fick. Untersuchungen über die Darstellung und Eigenschaften des Inosit, sowie dessen Verbreitung im Pflanzenreiche. St. Petersburg 1887. 8°.

E. Grewingk. Ueber Nitro- und Amidoderivate des Metaxylols. Dorpat 1886. 8°.

A. Aleksandrow. Sprachliches aus dem Nationaldichter Litauens Donalitius. I. Zur Semasiologie. Dorpat 1886. 8°.

G. Mekler. Beiträge zur Bildung des griechischen Verbums. Dorpat 1887. 8°.

O. Wiedemann. Beiträge zur altbulgarischen Conjugation. St. Petersburg 1887. 8°.

A. ENMANN. Kritische Versuche zur ältesten griechischen Geschichte. I. Kypros und der Ursprung des Aphroditekultus. St. Petersburg 1886. 4°.

AZIË.

Mittheilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens in Tokio. Yokohama 1887. Heft 36. 4°.

Journal of the China branch of the royal Asiatic Society. Shanghai 1887. New Series. Vol. XXI. N°. 5—6. 8°.

Report on the meteorology of India in 1885 by H. F. BLANFORD. Calcutta 1887. Year 11. fol.

Indian meteorological Memoirs. Calcutta 1887. Vol. IV. Part 2—3. 4°.

Meteorological Observations recorded at six stations in India, May 1887. fol.

Charts of the bay of Bengal and adjacent sea north of the equator, shewing the mean pressure, winds and currents in each month of the year. (Simla 1886). Plano.

Charts of the bay of Bengal and adjacent sea north of the equator, shewing the specific gravity, temperature and currents of the sea surface. Plano.

AFRIKA.

Bulletin de la Société de Géographie. Le Caire 1887. 2e Série. N°. 11. 8°.

AMERIKA.

6th Annual Report of the U. S. geological Survey to the Secretary of the Interior 1884—85 by J. W. Powell. Washington 1885. 4°.

Monographs of the U. S. geological Survey. Washington 1885—1886. Vol. X—XI. 2 Dl. 4°.

Inhoud, Vol. X:

O. Ch. Marsh. Dinocerata. A Monograph of an extinct order of gigantic mammals.

Vol. XI:

J. Cook Russell. Geological History of Lake Lahontan. A quaternary lake of northwestern Nevada.

Mineral Resourches of the U. S. Calendar year 1885. Washington 1886. 8°.

Annual Report of the comptroller of the currency to the 2d session of the 49th congress of the U. S. Washington 1886. 8°.

4th Annual Report of the Bureau of Ethnology to the Secretary of the Smithsonian Institution 1882—83 by J. W. Powell. Washington 1886. 4°.

Smithsonian miscellaneous Collections. Washington 1887. Vol. XXVIII—XXX. 3 Dl. 8°.

Annual Report of the board of regents of the Smithsonian Institution, showing the operations to July, 1885. Washington 1886. Part 1. 8°.

Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences. Cambridge 1886. Vol. XI. Part 4. N°. 5. 4°.

Inhoud:

W. A. Rogers and A. Winlock. A catalogue of 130 polar stars for the epoch of 1875,0 resulting from all the avaitable observations made between 1860 and 1885, and reduced to the system of the Catalogue of publication XIV of the astronomische Gesellschaft.

Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. Boston 1887. New Series. Vol. XIV. Part 1. 8°.

American Journal of Science. New Haven 1887. Vol. XXXIII. N°. 194—198. 8°.

Proceedings of the American Association for the advancement of Science. Salem 1886—1887. Vol. XXXIV—XXXV. 2 Dl. 8°.

Annals of the New York Academy of Sciences. New York 1885. Vol. III. N°. 11—12. 8°.

Transactions of the New York Academy of Sciences. New York 1886. Vol. V. N°. 7—8. 8°.

Johns Hopkins University Circulars. Baltimore 1887. Vol. VI. N°. 59. 4°.

American Journal of Mathematics, edited by S. Newcomb. Baltimore 1887. Vol. X. N°. 1. 4°.

American chemical Journal, edited by Ira Remsen. Baltimore 1887. Vol. IX. N°. 5. 8°.

Johns Hopkins University Studies in historical and political Science. Baltimore 1887. 5th Series. N°. IX. 8°.

Journal of the American medical Association. Chicago 1887. Vol. IX. N°. 11—15. 4°.

The geological and natural History Survey of Minnesota. 13th and 14th Annual Report. St. Paul 1885—1886. 2 Dl. 8°.

Proceedings of the Elliott Society of Sciences and Arts. Charleston 1886. Vol. II. N°. 11. 8°.

Bulletin of the California Academy of Sciences. San Francisco 1887. Vol. II. N°. 6. 8°.

Proceedings and Transactions of the royal Society of Canada for the year 1886. Montreal 1887. Vol. IV. 4°.

Memorias de la Sociedad cientifica »Antonio Alzate". Mexico 1887. Tomo I. N°. 2—3. 8°.

Boletin de estadistica del estado de Puebla. Puebla de Zaragoza 1887. Tomo I. N°. 4—8. fol.

Revista do Observatorio, publicaçâo mensal do imperial Observatorio do Rio de Janeiro. 1887. Anno II. N°. 8—9. roy. 8°.

Anales de la Sociedad cientifica Argentina. Buenos Aires 1887. Tomo XXIII. Entr. 5—6. Tomo XXIV. Entr. 1. 8°.

Boletin de la Academia nacional de Ciencias en Cordoba. Buenos Aires 1886. Tomo IX. Entr. 4. 8°.

AANGEKOCHT.

Oud-Holland. Nieuwe Bijdragen voor de geschiedenis der Nederlandsche Kunst, Letterkunde, Nijverheid, enz. Amsterdam 1887. 5de Jaarg. Afl. 3. 4°.

De Navorscher. Amsterdam 1887. Nieuwe Serie. Jaarg. 20. N°. 10. 8°.

La grande Encyclopédie. Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts. Paris 1887. Livr. 97—101. 4°.

Journal des Savants. Paris, Septembre 1887. 4°.

Bulletin des Sciences mathématiques. Paris 1887. 2e Série. Tome XI. Octobre. 8°.

Annales de Chimie et de Physique. Paris 1887. 6e Série. Tome XII. Octobre. 8°.

The London, Edinburgh, and Dublin philosophical Magazine and Journal of Science. London 1887. 5th Series. Vol. XXIV. N°. 149. 8°.

Annals and Magazine of natural History. London 1887. 5th Series. Vol. XX. N°. 118. 8°.

Journal of Anatomy and Physiology normal and pathological. London 1887. Vol. XXII. Part 1. 8°.

Dictionary of national Biography edited by L. Stephen. London 1887. Vol. XII (Conder-Craigie). 8°.

Astronomische Nachrichten. N°. 2804—2809. 4°.

Göttingische gelehrte Anzeigen. 1387. N°. 18—20. 8°.

Corpus inscriptionum Atticarum. Berolini 1887. Vol. IV. Partis 1a. fol.

Veröffentlichungen des kais. Gesundheitsamtes. Berlin 1887. Jahrg. 11. N°. 38—42. 4°.

Beiblätter zu den Annalen der Physik und Chemie. Leipzig 1887. Band XI. St. 9. 8°.

Zeitschrift für physikalische Chemie. Leipzig 1887. Band I. Heft 9. 8°.

Allgemeine deutsche Biographie. Leipzig 1887. Band XXV. (Ovens-Philipp). 8°.

Der zoologische Garten. Frankfurt a.M. 1887. Jahrg. 28. N°. 9. 8°.

Dingler's polytechnisches Journal. Stuttgart 1887. Band CCLXV. Heft 12—13. Band CCLXVI. N°. 1 - 3. 8°.

Bibliothèque universelle et revue Suisse. Lausanne 1887. 3e Période. Tome XXXV. N°. 104. 8°.

Archives des Sciences physiques et naturelles. Genève 1887. 3e Période. Genève 1887. Tome XVIII. N°. 9. 8°.

TEN GESCHENKE OF IN RUIL ONTVANGEN IN DE MAAND NOVEMBER 1887.

NEDERLAND.

Wiskundige opgaven met de oplossingen, door de leden van het wiskundig Genootschap: »Een onvermoeide Arbeid komt alles te boven." Amsterdam 1887. Deel III. St. 3. 8°.

Revue internationale scientifique et populaire des falsifications des denrées alimentaires. Amsterdam 1887. 1e Année. Livr. 2. 4°.

A. D. Loman. Een Engelsche anonymus over den oorsprong des christendoms. 8°.

Archives du Musée Teyler. Haarlem 1887. 2e Série. Vol. III. Part. 1. roy. 8°.

Inhoud:

J. Lorié. Contributions à la géologie des Pays-Bas. II. Le diluvium ancien ou graveleux.

Fondation Teyler. Catalogue de la Bibliothèque. Harlem 1886. Livr. 5—6. roy. 8°.

Tijdschrift uitgegeven door de Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van Nijverheid. Haarlem 1887. 4e Reeks. Deel XI. Afl. 11. 8°.

Verslagen omtrent 's rijks verzamelingen van geschiedenis en kunst. VIII. 1885. 's Gravenhage 1887. 8°.

Verslag betreffende het verhandelde bij het VIde internationale congres voor hygiene en demographie, gehouden te Weenen van 26 September tot 3 October 1887. 8°.

Bijdragen tot de kennis der levenswijze en der voortplanting van de ansjovis, enz. 's Gravenhage 1886. 4°. (Opgenomen in het Verslag van den Staat der Nederlandsche Zeevisscherijen over 1886).

Verslag aan den Koning over de openbare werken in het jaar 1886. 's Gravenhage 1887. 4°.

Mededeelingen betreffende het Zeewezen. 's Gravenhage 1887. Deel XXVI. Afl. 4. 8°.
(Uitgegeven door het Departement van Marine).

Verslag der Commissie benoemd bij koninklijk Besluit van 21 Mei 1886 No. 12, tot onderzoek naar de vereischten van eene haven voor visschersschepen te Scheveningen, naar de kosten aan den aanleg daarvan verbonden en naar de wijze waarop aan zoodanig werk uitvoering zou kunnen worden gegeven. 's Gravenhage 1887. 4°.
(Uitgegeven door het Ministerie van Waterstaat, Handel en Nijverheid).

Berichten en Mededeelingen der Vereeniging voor Lijkverbranding. 1887. 12de Jaarg. No. 4. 8°.

Handelingen der Nederlandsche Juristen-Vereeniging 's Gravenhage 1887. Jaarg. 18. No. 1—2. 8°.

Algemeen Nederlandsch Familieblad. Tijdschrift voor geschiedenis, geslacht-, wapen-, zegelkunde, enz. 's Gravenhage 1887. Jaarg. 4. No. 10. 4°.

Waterbouwkunde door N. H. Henket, Ch. M. Schols en J. M. Telders. 's Gravenhage 1887. Deel II. Afdeeling XIII. Afl. 1. 8°. Met platen. Plano.

Supplement op den Catalogus van de openbare Bibliotheek te Arnhem. Algemeen Register. Arnhem 1887. 8°.

Mededeelingen en Berichten der Geldersch-Overijsselsche Maatschappij van Landbouw over 1887. N°. II. Zutphen 1887. 8°.

F. A. Buis. (A. N. J. Fabius). De wallen van Naarden. Breda 1887. 8°.

Algemeen Verslag gedaan te Groningen in de jaarlijksche Vergadering van contribueerende leden, gehouden den 11 Juli 1887, wegens het Instituut voor Doofstommen. 8°.

Koninkrijk der Nederlanden. Statistiek van den in-, uit- en doorvoer over het jaar 1886. 's Gravenhage 1887. 2e gedeelte. fol.

Statistiek van het koninkrijk der Nederlanden. Nieuwe Serie. Staten van de in-, uit- en doorgevoerde voornaamste handelsartikelen gedurende de maand September 1887. 's Gravenhage 1887. fol.

Verzamelingstabel der waterhoogten langs de kusten van de Noordzee, Zuiderzee en de Nederlandsche rivieren, waargenomen in de maand Juli 1887. fol.

Verzamelingstabel der waterhoogten volgens de bladen der zelfregistreerende peilschalen waargenomen in de maand Juli 1887. fol.

NEDERLANDSCH OOST-INDIË.

Geneeskundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië, uitgegeven door de Vereeniging tot bevordering der geneeskundige Wetenschappen in Nederlandsch-Indië. Batavia 1887. Deel XXVII. Afl. 3. 8°.

P. H. VAN DER KEMP. De ordonnantie op het recht van successie en overgang in Nederlandsch-Indië. Batavia 1887. 8°.

BELGIË.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique. Bruxelles 1887. 4e Série. Tome I. N°. 9. 8°.

FRANKRIJK.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. Paris 1887. Tome CV. N°. 17—20. 4°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Paris 1887. 3e Série. Tome XVIII. N°. 43—46. 8°.

Journal d'Hygiène. Paris 1887. 13e Année. Vol XII. N°. 580—582. 4°.

Revue agricole, industrielle, littéraire et artistique de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de l'Arrondissement de Valenciennes. 1887. Tome XXXIX. N°. 19—21. 8°.

GROOT-BRITTANNIË EN IERLAND.

Monthly Notices of the royal astronomical Society. London 1887. Vol. XLVII. N°. 9. 8°.

Proceedings of the royal geographical Society. London 1887. New Series. Vol. IX. N°. 11. 8°.

Journal of the anthropological Institute of Great Britain and Ireland. London 1887. Vol. XVII. N°. 2. 8°.

Proceedings of the philosophical Society. Glasgow 1887. Vol. XVIII. 8°.

OOSTENRIJK.

Bollettino della Societa Adriatica di Scienze naturali. Trieste 1887. Vol. X. 8°.

DUITSCHLAND.

5ter Bericht der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel für die Jahre 1882 bis 1886. Berlin 1887. Jahrg. 12 bis 16. fol.

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten über die physikalischen Eigenschaften der Ostsee und Nordsee und die Fischerei. Berlin 1887. Jahrg. 1886. Heft 10—12. 4°. Oblong.

5ter Jahresbericht des Vereins für Naturwissenschaft zu Braunschweig für das Vereinsjahr 1886 bis 1887. Als Festschrift zur Feier des 25 jährigen Bestehens herausgegeben am 20 November 1887. Braunschweig 1887. 8°.

XIV Bericht der naturforschenden Gesellschaft in Bamberg. 1887. 8°.

Zoologischer Anzeiger. Leipzig 1887. Jahrg. 10. N° 264—265. 8°.

Jahrbücher des nassauischen Vereins für Naturkunde. Wiesbaden 1887. Jahrg. 40. 8°.

ITALIË.

Bollettino delle opere moderne straniere. Roma 1887. Vol. II. N°. 2—3. 8°.

Bollettino delle pubblicazioni Italiane. Firenze 1887. N°. 44. 8°.

RUSLAND.

Verslagen van het keiz. aardrijkskundig Genootschap. St. Petersburg 1887. Deel XXIII. N°. 4. 8°. (In het Russisch).

AZIË.

A Catalogue of the moths of India, compiled by E. C. Cotes and C. Swinhoe. Calcutta 1887. Part 1. Sphinges. 8°.

Mitteilungen aus der medicinischen Facultät der kais. Japanischen Universität. Tokio 1887. Band I. N°. 1. 4°.

Inhoud:

J. Disse und K. Taguchi. Das Contagium der Syphilis.
K. Murata. Zur Kenntniss der Chylurie.
T. Imada. Lage des inneren Ohres.

AMERIKA.

Journal of the American medical Association. Chicago 1887. Vol. IX. N°. 16—18. 4°.

Boletim de estadistica del estado de Puebla. Puebla de Zaragoza 1887. Tomo I. N°. 9—11. fol.

Annaes da Academia de Medicina do Rio de Janeiro. 1887. Serie 6. Tomo III. N°. 1. 8°.

Boletim da Academia imperial de Medicina do Rio de Janeiro. 1887. Anno II. N°. 22—24. Anno III. N°. 1—5. 4°.

Revista do Observatorio, publicaçao mensal do imperial Observatorio do Rio de Janeiro. 1887. Anno II. N°. 10. 4°.

Actas de la Academia Nacional de Ciencias en Cordoba. Buenos Aires 1886. Tomo V. Entr. 3. 4°.

Inhoud:

E. L. Holmberg. Continuacion de „Viajes al Tandil y a la Tinta." (Invertebrados).

AANGEKOCHT.

De Navorscher. Amsterdam 1887. Nieuwe Serie. Jaarg. 20. N°. 11. 8°.

La grande Encyclopédie. Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts. Paris 1887. Livr. 102—105. 4°.

Journal des Savants. Paris, Octobre 1887. 4°.

Bulletin des Sciences mathématiques. Paris 1887. 2e Série. Tome XI. Novembre. 8°.

Archives de Zoölogie expérimentale et générale. Paris 1887. 2e Série. Tome V. N°. 2. 8°.

Annales de Chimie et de Physique. Paris 1887. 6e Série. Tome XII. Novembre. 8°.

A. Laporte. Histoire littéraire du 19e Siècle. Paris 1887. Tome IV. Livr. 4. 8°.

Oeuvres complètes de Bartolomeo Borghesi. Paris 1879-1884. Tome IX. Part 1—2. 4°.

The London, Edinburgh, and Dublin philosophical Magazine and Journal of Science. London 1887. 5th Series. Vol. XXIV. N°. 150. 8°.

Annals and Magazine of natural History. Londen 1887. 5th Series. Vol. XX. N°. 119. 8°.

Astronomische Nachrichten. N°. 2810—2811. 4°.

Göttingische gelehrte Anzeigen. 1887. N°. 21—23. 8°.

Veröffentlichungen des kais. Gesundheitsamtes. Berlin 1887. Jahrg. 11. N°. 43—46. 4°.

Arbeiten aus dem kais. Gesundheitsamte. Berlin 1887. Band III. 4°.

Inhoud:

Bericht über die Thätigkeit der zur Erforschung der Cholera im Jahre 1883 nach Egypten und Indien entsandten Kommission, unter Mitwirkung von Dr. R. Koch bearbeitet von Dr. G. Gaffky.

Annalen der Physik und Chemie. Leipzig 1887. Neue Folge. Band XXXII. Heft 3. Beiblätter. Band XI. St. 10. 8°.

Zeitschrift für physikalische Chemie. Leipzig 1887. Band I. Heft 10. 8°.

Dingler's polytechnisches Journal. Stuttgart 1887. Band CCLXVI. Heft 4—7. 8°.

Bibliothèque universelle et revue Suisse. Lausanne 1887. 3e Période. Tome XXXV. N°. 105—106. 8°.

Archives des Sciences physiques et naturelles. Genève 1887. 3e Période. Tome XVIII. N°. 10. 8°.

TEN GESCHENKE OF IN RUIL ONTVANGEN IN DE MAAND DECEMBER 1887.

NEDERLAND.

Maatschappij tot bevordering der Bouwkunst. Verslagen van de 55ste en 56ste algemeene vergaderingen. Amsterdam 1887. 4°.

Werken van het Genootschap ter bevordering der Natuur-, Genees- en Heelkunde te Amsterdam. 1887. Deel VI. N°. 1. 8°.

Maandblad voor Natuurwetenschappen, uitgegeven door de sectie voor Natuurwetenschappen van het Genootschap ter bevordering van Natuur-, Genees- en Heelkunde te Amsterdam. 1878—1887. Jaarg. 8—11 en 13. 8°.

Rede ter nagedachtenis van Prof. C. B. Tilanus door Prof. C. L. Wurfbain. Amsterdam 1887. 8°.

Natuurkundige Verhandelingen van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen. Haarlem 1887. 3de Verzameling. Deel V. Stuk 1. 4°.

Inhoud:

Madme A. Weber-van Bosse. Etude sur les algues parasites des Paresseux.

Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, publiées par la Société hollandaise des Sciences. Harlem 1887. Tome XXII. Livr. 2—3. 8°.

Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van Nijverheid. Beschrijvende Catalogus van het koloniaal Museum te Haarlem. 1887. Deel IV. 8°.

Geestelijke Voorouders. Studiën over onze beschaving door A. Pierson. Haarlem 1887. Deel I. Israël. 8°.

Nederlandsch-Chineesch Woordenboek met de transcriptie der chineesche karakters in het Tsiang-Tsiu dialekt, bewerkt door Dr. G. Schlegel. Leiden 1887. Deel II. Afl. 3. roy. 8°.

Annales de l'Ecole polytechnique de Delft. Leide 1887. Tome III. Livr. 3. 4°.

Inhoud:

S. Hoogewerff et W. A. van Dorp. Sur quelques dérivés de l'isoquinoléine.
Th. H. Behrens. Sur la détermination de la dureté des matières rocheuses.
Ch. M. Schols. Erreurs dans les tables de Callet.
——————— La loi de l'erreur résultante.

Tijdschrift van het koninklijk Instituut van Ingenieurs. 1887—1888. 's Gravenhage 1887. Afl. 1. 1ste Gedeelte. Afl. 2. 2de Gedeelte. 4°.

Catalogus der Boekerij van het koninklijk Instituut van Ingenieurs. 's Gravenhage 1887. 8°.

Algemeen Nederlandsch Familieblad. Tijdschrift voor geschiedenis, geslacht-, wapen-, zegelkunde, enz. 's Gravenhage 1887. Jaarg. 4. N°. 11. 4°.

Woordenboek der Nederlandsche taal. 's Gravenhage 1887. 3e Reeks. Afl. 11. (geplakt-geslepen). roy. 8°.

Corn. de Groot. Herinneringen aan Blitong, historisch, lithologisch, mineralogisch, geographisch, geologisch en mijnbouwkundig. 's Gravenhage 1887. 8°. Met Atlas. Plano.

Waterbouwkunde door N. H. Henket, Ch. M. Schols en J. M. Telders. 's Gravenhage 1887. Deel II. Afdeeling XI. Afl. 5. Afdeeling XIII. Afl. 2. 8°. Met platen. Plano.

Steven Hoogendijk, de stichter van het eerste stoomwerktuig in Nederland, herdacht door het Bataafsch Genootschap der proefondervindelijke Wijsbegeerte te Rotterdam. 1787—1887. Rotterdam 1887. 4°.

Jaarboek der Rijks-Universiteit te Groningen. 1886—1887. Groningen 1887. 8°.

Handleiding tot het omschrijven der platen. Vervolg. Groningen 1887. 8°.

Statistiek van het Koninkrijk der Nederlanden. Nieuwe Serie. Staten van de in-, uit- en doorgevoerde voornaamste handelsartikelen gedurende de maand October 1887. 's Gravenhage 1887. fol.

NEDERLANDSCH-INDIË.

Tijdschrift voor Indische taal-, land- en volkenkunde, uitgegeven door het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen. Batavia 1887. Deel XXXII. Afl. 1. 8°.

Notulen van de algemeene en bestuurs-vergaderingen van het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen. Batavia 1887. Deel XXV. Afl. 2. 8°.

Tijdschrift voor nijverheid en landbouw in Nederlandsch-Indië, uitgegeven door de Nederlandsch-Indische Maatschappij van Nijverheid en Landbouw. Batavia 1887. Deel XXXV. Afl. 4—5. 8°.

C. L. VAN DER BURG. De geneesheer in Nederlandsch-Indië. Batavia 1887. Deel II. Pathologie en therapie der ziekten in Nederlandsch-Indië. 8°.

BELGIË.

Mémoires de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des beaux-Arts de Belgique. Bruxelles 1886. Tome XLVI. 4°.

Inhoud:

E. CATALAN. Quelques théorèmes d'arithmétique.
———— Problèmes et théorèmes de probabilités.
G. A. HIRN. Recherches expérimentales et analytiques sur les lois de l'écoulement et du choc des gaz en fonction de la température.
E. CATALAN. Sur un développement de l'intégrale de première espèce et sur une suite de nombres entiers.
———— Sur les fonctions X_n de Legendre.
———— Sur quelques intégrales définies.
G. A. HIRN. La cinétique moderne et le dynamisme de l'avenir, et réponse à diverses critiques faites par M. Clausius aux conclusions de mes travaux précédents.

Mémoires couronnés et Mémoires des Savants étrangers publiés par l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des beaux-Arts de Belgique. Bruxelles 1886. Tome XLVII—XLVIII. 4°.

Inhoud, Tome XLVII:

A. GRAVIS. Recherches anatomiques sur les organes végétatifs de l'Urtica dioica, L.
CH. LAGRANGE. Démonstration élémentaire de la loi suprême de Wronski.
P. UBAGHS. Formation de la nutation annuelle.
CH. FIEVEZ. Recherches sur le spectre du carbone dans l'arc électrique en rapport avec le spectre des comètes et le spectre solaire.
F. TERBY. Etudes sur l'aspect physique de la planète Jupiter.
J. DERUYTS. Sur certains développements en séries.

L. DE BALL. Observations des surfaces de Jupiter et de Vénus faites en 1884 et 1885 à l'Institut astronomique annexé à l'Université de Liège.

P. UBAGHS. Détermination de la direction et de la vitesse du transport du système solaire dans l'espace (1e partie).

E. CESARO. Sur l'étude des évènements arithmétiques.

Tome XLVIII:

L. DEMARTEAU. Histoire de la dette publique.

CH. LAGRANGE. Développements des fonctions d'un nombre quelconque de variables indépendantes à l'aide d'autres fonctions de ces mêmes variables. — Dérivées des fonctions de fonctions.

J. DERUYTS. Sur une classe de polynômes conjugués.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des beaux-Arts de Belgique. Bruxelles 1886. Tome XXXVII—XXXIX. 3 Dl. 8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des beaux-Arts de Belgique. Bruxelles 1887. 3e Série. Tome XIV. N°. 11. 8°.

Notices biographiques et bibliographiques concernant les membres, les correspondants et les Associés de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des beaux-Arts de Belgique. Bruxelles 1887. Année 1886. 8°.

Biographie nationale publiée par l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des beaux-Arts de Belgique. Bruxelles 1885—1887. Tome VIII. Fasc. 3. Tome IX. Fasc. 1—2. 8°.

Catalogue des livres de la bibliothèque de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des beaux-Arts de Belgique. Bruxelles 1881—1887. Partie 1—2. 3 Vol. 8°.

Compte rendu des séances de la Commission royale d'histoire ou recueil de ses Bulletins. Bruxelles 1885—1887. 4e Série. Tome XII. Bull. 4—7. Tome XIII. Bull. 1—4. Tome XIV. Bull. 1. 8°.

Collection de Chroniques belges inédites.

a. Ch. Piot. Histoire des troubles des Pays-Bas par messire Renon de France. Bruxelles 1886. Tome I. 4°.

b. Correspondance du Cardinal de Granvelle (1565—1583). Bruxelles 1886. Tome V. 4°.

c. L. Devillers. Cartulaire des comtes de Hainaut, de l'avènement de Guillaume II à la mort de Jacqueline de Bavière. Bruxelles 1886. Tome III. 4°.

d. Kervyn de Lettenhove. Relations politiques des Pays-Bas et de l'Angleterre sous le règne de Philippe II. Bruxelles 1886. Tome V. 4°.

e. St. Bormans. Chronique et geste de Jean des Preis dit d'Outremeuse. Bruxelles 1887. (Introduction et Tables analytiques). 4°.

f. St. Bormans. Table analytique des matières contenus dans la Chronique de Jean de Stavelot. 4°.

g. A. Wauters. Table chronologique des chartes et diplômes imprimés concernant l'histoire de Belgique. Bruxelles 1885. Tome VII. Part. 1. 4°.

St. Bormans. Mémoire du légat Onufrius sur les affaires de Liège (1468). Bruxelles 1885. 8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique. Bruxelles 1887. 4e Série. Tome I. N°. 10. 8°.

Annales du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. Bruxelles 1886. Tomé XIII. fol. Avec Atlas de 75 planches in Plano.

Inhoud:

P. J. VAN BENEDEN. Description des ossements fossiles des environs d'Anvers. 5e Partie.

Annales de la Société royale malacologique de Belgique. Bruxelles 1886. Tome XXI. 8°.

Procès-Verbaux des Séances de la Société royale malacologique de Belgique. Bruxelles 1887. Tome XVI. 8°.

FRANKRIJK.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Paris 1887. Tome CV. N°. 21—24. 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et belles-Lettres. Paris 1887. 4e Série. Tome XV. Juillet-Septembre. 8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Paris 1887. 3e Série. Tome XVIII. N°. 47—50. 8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie. Paris 1887. 8e Série. Tome IV. N°. 39. 8°.

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires. Paris 1887. Tome IX. 8°.

H. MOISSAN. Recherches sur l'isolement du fluor. Paris 1887. 8°.
(Extrait des Annales de Chemie et de Physique. 6e Série. Tome XII).

Journal d'Hygiène. Paris 1887. 13e Année. Vol. XII. N°. 583—587. 4°.

GROOT-BRITTANNIË EN IERLAND.

Proceedings of the royal Society. London 1887. Vol. XLIII. N°. 259. 8°.

Monthly Notices of the royal astronomical Society. London 1887. Vol. XLVIII. N°. 1. 8°.

Proceedings of the royal geographical Society. London 1887. New Series. Vol. IX. N°. 12. 8°.

Journal of the royal microscopical Society. London 1887. Part 6. 8°.

Medico-Chirurgical Transactions published by the royal medical and chirurgical Society. London 1887. Vol. LXX. 8°.

Proceedings of the scientific meetings of the zoological Society. London 1887. Part 3. 8°.

Transactions of the Linnean Society of London. 1886—1887. 2d Series. Vol. II. Part 9—14. 4°.

Inhoud:

9. J. D. Hooker. On the Castilloa elastica of Cervantes and some allied rubber-yielding plants.
10. M. J. Berkeley and C. E. Broome. List of fungi from Queensland and other parts of Australia, with descriptions of new species. Part 3.
11. G Murray. On a new species of Rhipilia (R. Andersonii) from Mergui Archipelago, and on two new species af Lentinus, one of them growing on a large sclerotium.
12 W. Fawcett. On new species of Balanophora and Thonningia with a note on Brugmansia Lowi, Beccari.
13. E. F. Im Thurn. The botany of the Roraima expedition of 1884.
14. F. O. Bower. On apospory and allied phenomena.

Transactions of the Linnean Society of London. 1886—1887. 2d Series. Zoology. Vol. IV. Part 1—2. 4°.

Inhoud:

TH. DAVIDSON. A monograph of recent Brachiopoda. Part 1—2.

Journal of the Linnean Society. Londen 1886—1887. Botany. Vol. XXII. N°. 145—149. Vol. XXIII. N°. 151. Vol. XXIV. N°. 158. Zoology. Vol. XIX. N°. 114—115. Vol. XX. N°. 116—117. Vol. XXI. N°. 126—129. 8°.

Proceedings of the Linnean Society of London from November 1883 to June 1887. 8°.

List of the Linnean Society of London. Session 1886—1887. 8°.

J. G. DE MAN. Report on the podophthalmous Crustacea of the Mergui Archipelago. London 1887. 8°. (Journal of the Linnean Society. Zoology. Vol. XXII. N°. 136).

Proceedings of the Cambridge philosophical Society. Cambridge 1887. Vol. VI. Part 2. 8°.

Report of the scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger during the years 1873—76. London 1887. Zoology. Vol. XX—XXII. 4 Dl. 4°.

OOSTENRIJK.

Lotos. Jahrbuch für Naturwissenschaft im Auftrage des Vereines »Lotos". Prag 1888. Neue Folge. Band VIII. 8°.

DUITSCHLAND.

Jahrbuch der Hamburgischen wissenschaftlichen Anstalten. Hamburg 1887. Jahrg. 4. roy. 8°.

Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe der kön. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. Leipzig 1887. Band XIV. N°. 1—4. 4°.

Inhoud:

1. J. Wislicenus. Ueber die räumliche Anordnung der Atome in organischen Molekulen und ihre Bestimmung in geometrisch-isomeren ungesättigten Verbindungen.
2. W. Braune und O. Fischer. Untersuchungen über die Gelenke des menschlichen Armes.
3. J. P. Mall. Die Blut- und Lymphwege im Dünndarm des Hundes.
4. W. Braune und O. Fischer. Das Gesetz der Bewegungen in den Gelenken an der Basis der mittleren Finger und im Handgelenk des Menschen.

Abhandlungen der philologisch-historischen Classe der kön. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. Leipzig 1887. Band X. N°. 6. 4°.

Inhoud:

E. Windisch. Ueber die Verbalformen mit dem Charakter R im arischen, italischen und celtischen.

Zoologischer Anzeiger. Leipzig 1887. Jahrg. 10. N°. 266—267. 8°.

Verhandlungen des naturhistorisch-medicinischen Vereins. Heidelberg 1887. Neue Folge. Band IV. Heft 1. 8°.

3ter und 4ter Jahresbericht des Vereins für Naturwissenschaft zu Braunschweig. 1883—1887. 2 Dl. 8°.

THE UNIVERSITY LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA, SANTA CRUZ
SCIENCE LIBRARY

This periodical is due on **DATE** stamped below.
To renew by phone, call **459-2050**

SCI. LIB.

STORED AT NRLF

Series 1665

STORED AT NRLF